(Aus dem Zoologischen Institut zu München.)

Über
Trachelocerca phoenicopterus Cohn.

Ein marines Infusor.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

genehmigt

von der hohen philosophischen Fakultät

der

Königl. Ludwig-Maximilians-Universität zu München.

Von

W. Lebedew

aus Twer.

München
1908.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548322_0126

(Aus dem Zoologischen Institut zu München.)

Über
Trachelocerca phoenicopterus Cohn.

Ein marines Infusor.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

genehmigt

von der hohen philosophischen Fakultät

der

Königl. Ludwig-Maximilians-Universität zu München.

Von

W. Lebedew

aus Twer.

München
1908.

Abdruck
aus
Archiv für Protistenkunde. Bd. XIII. Heft 1. 1908.
Herausgegeben von Dr. M. Hartmann und Dr. S. v. Prowazek.
Verlag von Gustav Fischer, Jena.

Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.

Die nachfolgende Arbeit habe ich im Institut für vergleichende Anatomie zu Moskau begonnen und während des Jahres 1907 im Zoologischen Institut zu München beendigt.

Nach München habe ich die Tiere teilweise in Gläsern mit Seewasser aus Rovigno geschickt bekommen; den größten Teil meines Materials jedoch verdanke ich der Liebenswürdigkeit des Leiters der zoologischen Station in Triest, Prof. Cori, von dem ich im April eine Anzahl Wasserproben, die die Tiere enthielten, bekommen habe.

Als Fixierungsmittel benutzte ich sehr verschiedene Flüssigkeiten. Ich bevorzugte aber starke Pikrinessigsäure (konzentr. wäss. Lös. mit 2 Proz. Eisessig) und Flemming'sches Chrom-Osmium-Gemisch, die mir die besten Resultate gaben.

Bei der Färbung der Totalpräparate empfiehlt sich besonders Boraxkarmin Auch Hämatoxylin nach Delafield und Eisenhämatoxylin gaben zuweilen sehr lehrreiche Bilder. Nach Osmium-Fixierung sind außer Eisenhämatoxylin, Magenta-Pikro-Indigo-Karmin und Safranin zu empfehlen.

Neben den Totalpräparaten sind auch Schnitte (2–5) sehr nützlich. Bei einigen Tieren (Stad. „C“, siehe unten) ist sogar von Kernstruktur nur auf Schnittpräparaten etwas zu sehen.

Ich erfülle nur meine Pflicht, wenn ich hier am Anfang meiner Arbeit meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. R. Hertwig, für das große Wohlwollen, das er mir und meiner Arbeit während der ganzen Zeit entgegengebracht hat, meine Dankbarkeit äußere.

Auch den Assistenten des hiesigen Instituts, den Herren Dr. Goldschmidt und Dr. Popoff, möchte ich für alle ihre liebenswürdigen Unterstützungen danken.

Die Literaturangaben über *Trachelocerca phoenicopterus* sind nicht reichhaltig. Eine unzweifelhafte Beschreibung dieses Infusors finden wir zum erstenmal bei Cohn in seiner Arbeit „Neue Infusorien im Seeaquarium“ vom Jahre 1866.

Es ist jedoch sicher, daß *Trachelocerca* schon viel früher beobachtet und von verschiedenen Autoren, wie O. Müller, Ehrenberg, Stein, Dujardin, Claparède et Lachmann, unter verschiedenen Namen beschrieben wurde. Diese Darstellungen sind aber so lückenhaft und unklar, daß sie lediglich historische Bedeutung haben. Da ich die mit diesen Arbeiten verknüpften Fragen der Synonymik für nicht sehr wichtig halte, verweise ich nur auf die Arbeiten von Cohn und Entz, wo dieser Gegenstand ausführlich behandelt ist.

Den Arbeiten von Cohn und Entz reihen sich zwei Arbeiten von Gruber, außerdem kurze Angaben von Kent, Bütschli und Schewiakoff an.

Die äußere Erscheinung des Infusors wird wegen ihrer Eigentümlichkeit von allen Autoren mehr oder weniger richtig beschrieben. Über den inneren Bau aber, z. B. über die Kerne, haben wir ganz spärliche, oft einander widersprechende Angaben.

Da somit unsere Kenntnisse von *Trachelocerca*, obwohl das Tier im Seewasser so gewöhnlich ist, wie z. B. *Paramaecium* im Süßwasser, sehr lückenhaft sind, bringe ich zuerst alle Tatsachen aus der Biologie und Anatomie des Tieres, die mir festzustellen gelungen sind, und gehe erst dann dazu über, die Struktur der Kerne und die dort lokalisierten Prozesse zu schildern. *Trachelocerca phaenicopterus* ist eines von den anspruchlosesten marinen Infusorien und kommt, wie es scheint, in allen europäischen Meeren vor. Der gewöhnlichste Fundort ist der Strand stiller Buchten, wo sich faulende Reste von Algen und kleinen Tieren sammeln. Doch gelingt es auch hier nicht, viele Tiere zu finden. Es genügt jedoch stets, von solchen Lokalitäten das Wasser mit dem Sand und den Resten der Algen nach Hause zu bringen, um nach ein paar Tagen Tausende von Tieren zu

bekommen. Cohn hat recht, wenn er *Trachelocerca* als typisches Infusor der Seeaquarien bezeichnet. In Aquarien kann das Tier jahrelang leben und bedarf gar keiner Pflege, wenn nur die Konzentration des Wassers ständig die gleiche bleibt.

In ihrer Nahrung sind die Tiere gar nicht wählerisch. Sie können alles fressen. Ich habe sehr oft Exemplare gesehen, die vollständig mit kleinen grünen Algen gefüllt waren. Andererseits fand ich häufig im Innern des Infusors verschluckte Infusorien, Flagellaten, Eier von Würmern und sogar Würmer selbst.

In den Tieren aus stark faulenden Kulturen kann man verschieden große Knäuel von Bacterien beobachten. Diese Bacterien zeigen eine sehr eigentümliche Erscheinung. Im Innern des Tieres färben sie sich nämlich ungewöhnlich stark mit Kernfarbstoffen (Boraxkarmin), trotzdem die freiliegenden Bacterienhäutchen diese Farbe gewöhnlich nur wenig annehmen.

Die verschluckten Bacterienansammlungen haben ein ganz verschiedenes Aussehen. Bald sind sie kompakte Kügelchen, bald sehen sie wie ein Fadenknäuel aus, auch kann man alle Uebergänge sehen von diesen Zuständen bis zu ganz fein durch das Plasma verteilten, verschieden intensiv gefärbten Massen.[1]) Wegen dieser Fähigkeit, die Farbe stärker anzunehmen, glaubte ich zuerst, Chromidien vor mir zu haben. Doch später konnte ich sicher nachweisen, daß es sich um halbverdaute Bacterien handelt.

Trotz dieser häufigen Anwesenheit der Bacterien im Innern des Infusors kann ich, im Gegensatz zu Entz, *Trachelocerca* doch nicht als typisch bacterienfressende Form wie z. B. *Vorticella* und andere, mit Peristom versehene Infusorien betrachten. Denn es kommt bei ihm nie vor, daß die Bacterien im freischwimmenden Zustand aufgenommen werden, vielmehr vermag das Tier lediglich festsitzende Bacterienüberzüge abzuweiden.

Der Bau des am vorderen Ende liegenden Mundapparats, der im gewöhnlichen Zustand sehr eng ist, zeigt uns, daß das Tier ein Raubinfusor ist. Ich habe selbst die Nahrungsaufnahme beobachtet, die gerade so wie bei anderen Raubinfusorien vor sich geht. Dabei geschieht es, daß das Infusor eine Beute überfällt, die seinen Durch-

---

[1]) Solche kugelige Bacterienansammlungen, die sich stärker als gewöhnlich färbten, habe ich auch im Innern des *Spirostomum ambiguum* gesehen. Es scheint mir, daß sich die Bacterien im Zelleib vermehren können, ohne dem Infusor zu schaden. Erst bei Eintritt des Hungers werden die Kugeln resorbiert und dienen als Nahrungsmaterial.

messer an Größe bei weitem übertrifft. Die Mundöffnung kann sich dann kolossal erweitern.

Es ist sehr merkwürdig, daß ungeachtet ihrer Anspruchslosigkeit in bezug auf Nahrung und Existenzbedingungen die Kultur der Tiere in Uhrschälchen gar nicht gelang. In meinen Stammkulturen in kleinen Bechergläsern vermehrten sich die Tiere sehr schnell und beanspruchten beinahe keine Pflege. Anders war es in Uhrschälchen. Obwohl ich alle möglichen Methoden ausprobiert habe, um aus einem Tiere hervorgegangene Kulturen zu bekommen, gelang es doch nur in einigen Fällen. Aber auch da starben die Kulturen nach einiger Zeit aus, während die anderen marinen Infusorien bei ganz gleichen Bedingungen sich sehr gut kultivieren ließen und sich sehr schnell vermehrten.

Trachelocerca hat ein sehr eigentümliches Aussehen, vermöge dessen es von allen anderen Infusorien sich sehr leicht unterscheiden läßt. Innerhalb gewisser Grenzen besitzt es eine auffallende Formveränderlichkeit. Eine ungemeine Kontraktionsfähigkeit kann die Konfiguration ein und desselben Exemplars bedeutend verändern. Dazu kommt, wie wir das noch sehen werden, noch eine Art Dimorphismus, der seinerzeit Gruber Anlaß gegeben hat, eine zweite Art von *Trachelocerca* — *Trachelocerca minor* — zu beschreiben (Fig. 1—4).

Im allgemeinen kann man sagen, daß *Trachelocerca* einen langen, wurmförmigen Leib besitzt, der im Querschnitt bald rund, bald oval, ja sogar ganz komprimiert erscheinen kann. In stark gestrecktem Zustand, wie dies beim Schwimmen gewöhnlich der Fall ist, sieht das Infusor wie ein Stäbchen aus. Der Leib geht ganz allmählich in einen dünnen Hals über, der mit einem angeschwollenen Köpfchen abschließt. Am hinteren Ende kommt bei einigen Formen ein Schwanz von verschiedener Länge vor; bei anderen fehlt dieser vollständig.

Je nach dem Grade der Kontraktion kann das Tier alle Übergänge von einer spindelförmigen Gestalt bis zu einer ovalen zeigen.

Die Größe der Tiere kann unglaublich schwanken. Z. B., haben die in Fig. 1 und 2 abgebildeten Exemplare eine Länge von $1\,^1/_2$ mm, die in Fig. 3 gegen 600 μ, Fig. 4 dagegen 300 μ.

Am vorderen Pol des Körpers liegt die Mundöffnung. Nach Angaben von Entz ist der Mundapparat der *Trachelocerca* folgendermaßen gebaut. Die genau im Centrum liegende Mundöffnung führt unmittelbar in einen Schlund von zuweilen ansehnlicher Größe. Außen um den Mund herum liegen vier „kreuzweise stehende Lappen“; zwischen ihnen finden sich vier noch kleinere. Die Lappen können ganz verschieden scharf ausgeprägt sein, und verschwinden zuweilen

ganz. Ähnlich bildet den Mundapparat des Tieres auch Schewiakoff ab.

Diese Darstellung scheint mir gar nicht richtig zu sein. Ich habe eine große Menge lebender Tiere nachgeprüft und konnte niemals einen so gebauten Mundapparat konstatieren. In den Fällen, wo das Köpfchen nicht vollständig von verschiedenen Einschlüssen erfüllt war, konnte ich ganz sicher folgenden Bau erkennen.

Das vordere Ende des Körpers, im Profil gesehen, ist schief abgeschnitten. Die Mundöffnung nimmt das vordere Ende ein und verläuft als eine Spalte von verschiedener Länge auf einer Seite des Körpers. Diese Seite, nach der zu der Kopf abgestutzt ist, und auf welche die Mundöffnung sich fortsetzt, können wir, in Einklang mit anderen Infusorien, als Bauchseite bezeichnen (Fig. 6).

Um den ganzen Mund herum läuft ein eigentümlicher protoplasmatischer Saum, der eine Querstreifung erkennen läßt und einen besonderen Wimperkranz trägt. Das Gebilde kann verschieden weit hervorragen oder vollständig eingezogen sein. Das letztere ist immer der Fall bei fixierten Tieren. Der Saum ist keineswegs ein geschlossener Ring, sondern er zieht sich der Mundöffnung entlang noch weiter auf die Bauchseite hinab und begrenzt dieselbe zu beiden Seiten als schmale Kante (Fig. 5—7). Einen Schlund habe ich nie gesehen. Ich glaube, daß Entz als „Schlund“ die oben beschriebene Fortsetzung des Mundes angenommen hat.

Ein solcher Bau des Mundes läßt uns leicht verstehen, wie das Tier zuweilen eine kolossale Beute verschlucken kann. Es muß dabei die Mundspalte sich noch nach hinten verlängern. Wäre der Mund, wie es Entz annimmt, ein geschlossener Ring, so scheint mir eine so starke Erweiterung ganz ausgeschlossen zu sein. Dieser Bau des Mundapparats stimmt im Prinzip mit dem der meisten Raubinfusorien überein. Eine sehr große Ähnlichkeit finden wir z. B. mit *Dileptus gigas*. Bei dieser Form ist, Schewiakoff's Angaben zufolge, um den Mund herum ebenfalls ein solcher nicht geschlossener quergestreifter Saum vorhanden. Der Unterschied ist hauptsächlich der, daß die Fortsätze des Saums bei *Dileptus* nach vorn zum Rüssel laufen, bei *Trachelocerca* aber, wie wir sahen, rückwärts gerichtet sind. Außerdem ist bei *Dileptus* ein Schlund vorhanden und rings um ihn besondere Stäbchen, die, wie Schewiakoff meint, vielleicht die Querstreifung des Saumes verursachen. Bei *Trachelocerca* fehlen diese und die Querstreifung kann entweder auf die Wimpern zurückgeführt werden, oder der Ausdruck irgendeines inneren elastischen Skelets sein. Ich halte es wohl für möglich, daß manchmal dieser

Saum ein lappiges Aussehen annimmt, und dann ähnliche Bilder bietet, wie Entz und Schewiakoff sie darstellen; doch bin ich, wie gesagt, sicher, daß die Mundöffnung nie einen geschlossenen Ring bildet.

Am entgegengesetzten Pol endigen einige Formen rund, andere gehen ganz allmählich in einen zugespitzten Schwanz über. Es gibt also zwei Reihen von Tieren, schwanzlose und geschwänzte, die sich auch in anderen Merkmalen voneinander unterscheiden. Wir werden über diesen Gegenstand noch unten sprechen, hier genügt es, nur die Erscheinung zu konstatieren und zu erwähnen, daß bei geschwänzten Formen die Länge des Schwanzes sehr stark variieren kann.

Am hinteren Ende befindet sich auch der After. Ich kann bestätigen, daß bei schwanzlosen Formen er sich gerade am Pol öffnet, bei geschwänzten mehr oder weniger auf der Seite.

Schließlich kann ich erwähnen, daß die von Cohn beschriebene Längsfalte wirklich vorhanden ist. Entz bestreitet dies und glaubt, daß Cohn mit abnormen, veränderten Exemplaren zu tun hatte. Das scheint mir nicht der Fall zu sein. Ich habe die Falte zwar auch nicht immer gesehen. Wie Taf. VII Fig. 9 zeigt, kann sie manchmal sehr stark ausgeprägt sein und beinahe bis zum vorderen Ende sich fortsetzen. Ich habe sie ausschließlich bei mit Schwanz versehenen Formen beobachtet.

Was für physiologische Bedeutung diese Längsfalte hat, ist mir nicht klar. Wie wir später sehen werden, könnte man eine solche Falte bei Exconjuganten an ihrer Trennungsstelle erwarten. Ich habe die Exconjuganten sehr aufmerksam untersucht, habe aber nie etwas Derartiges gesehen. Auch die Kerne der mit einer solchen Falte versehenen Tiere zeigen keine Merkmale einer vorhergegangenen Conjugation.

Möglicherweise steht dieses Gebilde in irgendeinem Zusammenhang mit der Fähigkeit des Tieres, im kontrahierten Zustande sich an die Unterlage überaus fest anheften zu können.

Diese Eigentümlichkeit ist sehr auffallend. Wenn man ein Tier aus der Uhrschale isolieren will, kommt es sehr oft vor, daß es bei Berührung mit der Pipette plötzlich sich sehr stark kontrahiert und sich so fest an der glatten Oberfläche des Uhrglases mit dem hinteren Ende anklebt, daß ein sehr starkes und mehrfach wiederholtes Ab- und Zusaugen des Wassers mit der Pipette notwendig ist, um das Tier von der Unterlage abzulösen.

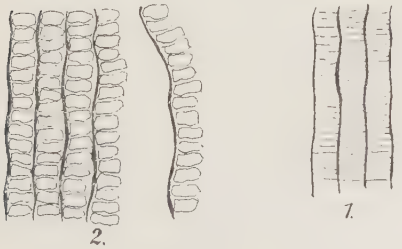
Vielleicht haben wir hier eine ähnliche Einrichtung vor uns, wie sie Clara Hamburger für *Trachelius ovum* als Saugnapf beschrieben

hat. Taf. VII Fig. 8 zeigt einen Querschnitt durch ein Tier, das eine solche Furche besitzt. Man sieht deutlich, daß die Pellicula an dieser Stelle unterbrochen ist und hier das nackte Protoplasma an das äußere Medium grenzt.

Einmal konnte ich beobachten, daß durch eine solche Falte die vom Tier verschluckten Carmin-Partikelchen entleert wurden, aber ich bezweifle, daß es sich hier um eine normale Erscheinung handelte.

Mit Ausnahme dieser Längsfalten besitzenden Formen sind die Tiere von allen Seiten mit einer ziemlich dicken Pellicula bekleidet, die vollständig homogen aussieht. Auf ihr findet man, wie gewöhnlich auf kleinen Papillen sitzend, sehr lange, ungemein feine Wimpern. Sie stehen dicht nebeneinander und ziehen sich in geraden Reihen von einem Pol bis zum anderen hin. Jede Wimper beginnt mit einem schönen Basalkörperchen. An dem Schwanz und dem vorderen Ende sind die Wimpern größer. Den Mund umziehend sieht man, wie schon erwähnt wurde, auf dem kragenartigen Gebilde auch noch einen Kranz stärkerer Wimpern.

Bei den ganz ausgestreckten Tieren umgibt die Pellicula den Leib vollständig glatt und faltenlos. Wenn das Tier sich ein wenig kontrahiert, so bildet die Pellicula eine Menge ganz feiner Querfalten (Textfig. A Nr. 1). Bei starker Kontraktion wölbt sich zwischen den Wimperstreifen die Oberfläche nach außen, so daß die Wimperreihen in Furchen verlaufen, die den Leib entlang ziehen. Gleichzeitig werden die Querfalten zwar geringer an Zahl, dafür aber noch viel stärker ausgeprägt, so daß der Raum zwischen je zwei Wimperreihen als ein Säulchen von hintereinanderliegenden viereckigen Kästchen erscheint. Textfig. A 2 zeigt die Pellicula eines mit Pikrinessigsäure fixierten und unter dem Deckglas zerquetschten Tieres. Man sieht dort, daß jedes solche Säulchen eine gewisse Selbständigkeit besitzt. Eines von diesen ist nämlich links mit seiner Wimpernreihe und der darunter liegenden Muskelfibrille in festem Zusammenhang, während auf der rechten Seite sich die Myofibrille abgelöst hat und einen zackigen Rand bildet.



Textfig. A.

Wie schon erwähnt wurde, besitzt *Trachelocerca* eine auffallende Kontraktionsfähigkeit. Das Tier vermag sich augenblicklich auf $^1/_{12}$ seiner ursprünglichen Länge zu verkürzen. Diese Fähigkeit beruht

auf den in der Pelliculaschicht verlaufenden Muskelfibrillen. Mit völliger Bestimmtheit sind diese Fibrillen bei *Trachelocerca* bisher noch niemals beschrieben worden.

Ihr Bau folgt nicht vollständig dem von Bütschli und Schewiakoff gegebenen Schema. Die bekannten Kanälchen der Myofibrillen sind nämlich nicht vorhanden, weshalb auch die Differenzierung der Oberfläche des Tieres in Rippen und Zwischenstreifen nicht ausgeprägt ist.

Vielleicht ist gerade dieser Umstand die Ursache, daß Schewiakoff die Myofibrillen bei *Trachelocerca* nur vermutet, aber nicht für bewiesen hält. Doch sind sie in einigen Fällen ins Auge springend. Sie nehmen die Kernfarbstoffe bedeutend stärker als das umgebende Protoplasma an und lassen sich sehr gut differenzieren. Sie verlaufen unweit von den Reihen der Basalkörperchen und sind ebensogut auf Totalpräparaten, wie an den Längs- und Querschnitten zu konstatieren. Auch am Leben sind die Fibrillen sichtbar und bei etwas gepreßten Exemplaren kann man nicht selten folgende interessante Erscheinung beobachten: jede Fibrille kann sich ganz selbständig kontrahieren; man sieht deutlich, daß das Wirkungsfeld der Fibrille ausschließlich die nach rechts liegende Pelliculasäule ist. An Stellen, wo die Nachbarfibrille keine Kontraktion erlitten hat, kann man jedesmal feststellen, daß auch das dazu gehörige Säulchen nicht kontrahiert ist, Tatsachen, die mit den oben beschriebenen morphologischen Beobachtungen an gequetschten Tieren in bestem Einklang stehen.

Die Querschnitte (Taf. VII Fig. 12—13) lassen erkennen, daß die Myofibrillen nicht besonders tief in der Pelliculaschicht eingebettet sind. Die bei *Stentor*, *Condylostoma* und anderen Infusorien beschriebenen Kanälchen fehlen, wie schon erwähnt, in diesem Fall vollständig. Ich habe ganz verschiedene Fixierungsflüssigkeiten benutzt, auch die von Schröder empfohlenen Flemming'schen und Hermann'schen Gemische, aber das Resultat blieb immer negativ. Auch bei lebenden Tieren sieht man von Kanälchen nichts.

Taf. VII Fig. 11 zeigt, daß sehr oft die Myofibrillen eine rosenkranzförmige Gestalt haben. Schröder meint, daß solche Erscheinungen der Ausdruck schlechter Konservierung seien. In meinen Präparaten, die in bezug auf Plasmaerhaltung und Kernstruktur gar nicht schlecht sind, fand ich solche Anschwellungen immer bei den stark kontrahierten Exemplaren und an den am stärksten zusammengezogenen Stellen. Ich glaube deswegen, daß

diese Anschwellungen recht gut in einem direkten Zusammenhang mit der Kontraktion stehen können.

Die Verteilung der kontraktilen Elemente auf der Oberfläche des Leibes ist nicht überall die gleiche. Bei einigen Tieren sind auf der Rückenseite (das ist die Seite, welche der mit der Mundspalte versehenen Seite gegenüberliegt) die Fibrillen stärker entwickelt. Diese ungleiche Verteilung der kontraktilen Elemente findet ihren deutlichen Ausdruck bei stark kontrahierten Tieren, die stets infolge der dorsal überwiegenden Verkürzung eine sichelartige Form annehmen. Diese Erscheinung zeigt sich immer an solchen Formen, bei denen die Kerne zur Rückenseite gedrängt sind. Wir werden weiter sehen, daß es auch Tiere gibt, bei denen die Kerne ganz gleichmäßig verteilt sind. Es sind dann auch die Myofibrillen ganz gleichmäßig verteilt und während der Kontraktion biegen sich die Tiere beinahe gar nicht. Daher ist es vielleicht berechtigt anzunehmen, daß die Verteilung der Fibrillen zu der der Kerne in irgendwelcher Beziehung steht.

Es kommt auch vor, daß nicht jede Reihe von Wimpern neben sich eine Myofibrille hat. Auf Taf. VII Fig. 10 sehen wir, daß die Mehrzahl der Fibrillen sehr stark entwickelt, eine jedoch ganz schwach und kaum zu sehen ist. Es gibt sogar Fälle, wo auf ganz gleich angefertigten Präparaten von den Fibrillen nichts zu sehen ist.

Andererseits kommt es vor, daß nicht nur eine, sondern sogar zwei Arten von Fibrillen sich ganz sicher konstatieren lassen. Auf den Quer- und besonders auf den Längsschnitten sieht man eine zweite Fibrille, die parallel der ersten die Reihe der Basalkörperchen auf der anderen Seite begleitet. Taf. VII Fig. 11 zeigt solchen Fall, wo die Existenz der zweiten Fibrille gar keinem Zweifel unterliegen kann. Sie nimmt die Farbe bedeutend weniger an und sieht im Vergleich mit der anderen schlanker aus. Was für eine physiologische Bedeutung diese zweiten Fibrillen haben, ist mir nicht klar. Ich will auf diese Frage nicht eingehen, da sie nur mit Hilfe besonderer Experimente entschieden werden kann. Es mag sein, daß diese Fibrillen den von Neresheimer bei *Stentor* entdeckten, aber von seiten Schröder's bestimmt in Abrede gestellten „Neurophanen" vergleichbar sind. Oder sie sind wiederum echte Myofibrillen und man kann dann in ihnen lediglich den Ausdruck einer gewissen Unbeständigkeit in bezug auf Zahl und Verteilung der Myofibrillen bei *Trachelocerca* sehen.

Nach der Meinung Schewiakoff's und anderer finden sich direkt unter der Pelliculla die Trichocysten, aber nicht bei allen Exemplaren.

Mir ist es niemals gelungen, mit voller Sicherheit Trichocysten aufzufinden.

In verhältnismäßig seltenen Fällen ist das Ectoplasma des Tieres vollständig durchsichtig; häufiger enthält es verschiedene Einschlüsse und gar nicht selten ist die Menge derselben eine enorme. Taf. VII Fig. 37 zeigt ein solches Tier, das nach dem Leben gezeichnet ist. In solchen Fällen sehen die Tiere vollständig undurchsichtig aus.

Welchen Ursprungs diese Einschlüsse sind, ist schwer zu sagen. Schewiakoff führt *Trachelocerca* als Infusor an, das, wie auch *Paramaecium*, besonders viele sogenannte „Excretionskörper" habe. Wie bekannt, glaubt er, daß die Excretionskörper unorganische Reste des Stoffwechsels sind, nämlich Kristalle von Calciumphosphat [$Ca_3(PO_4)_2$ oder $Ca_2H_2(PO_4)_2$].

Es mag sein, daß solche Stoffe wirklich bei *Trachelocerca* vorhanden sind; sicher aber ist, daß außerdem Einschlüsse von ganz anderer Natur sich finden. Ein Teil von ihnen verschwindet bei der Behandlung mit Alkohol und kann infolgedessen in fertigen Präparaten nicht mehr konstatiert werden; ein anderer Teil jedoch bleibt erhalten und zeigt durch seine Färbbarkeit mit verschiedenen Farbstoffen seine organische Herkunft. Das Wahrscheinlichste ist, daß wir hier, wie überall bei Protozoen, Reservestoffe vor uns haben. Bei einem einzigen von mir beobachteten Encystierungsfalle konnte ich sehen, daß nach dem Ausschlüpfen die Menge der Einschlüsse bedeutend kleiner war, als vor der Encystierung.

Das Aussehen des Endoplasmas selbst ist in beträchtlichem Maße von den oben erwähnten Einschlüssen und der aufgenommenen Nahrung abhängig. Im allgemeinen kann man sagen, daß es von dem gleichen Charakter ist, wie z. B. bei *Trachelius* oder *Loxodes*, d. h. es zeigt zwischen den verschieden dicken Plasmasträngen mehr oder weniger grobe Vacuolen. Bei Formen mit großen Kernen (A- und B-Formen) erscheint das Endoplasma neben diesen Kernen auf der Rückenseite des Tieres bedeutend dichter. Bei schwanzlosen Formen sah ich nicht selten eine kontraktile Vacuole. Dagegen konnte ich eine solche bei geschwänzten Tieren niemals beobachten. In Fällen, wo die Vacuole vorhanden ist, ist ihr Kontraktionstempo ein sehr langsames.

Wie schon erwähnt wurde, sind die Angaben über die Kerne sehr spärlich und widersprechend. Die einkernige von Entz beschriebene *Trachelocerca*-Form ist von Gruber in Abrede gestellt worden. Er behauptet, daß *Trachelocerca* stets viele Kerne zeigt.

und hält die einkernigen Tiere, wenn sie wirklich existieren, für eine andere Art. Dazu kommt noch eine von Gruber entdeckte *Trachelocerca*-Form, bei der der Autor sogar überhaupt keine Kerne gesehen haben will und die er wieder als eine besondere Art, *Trachelocerca minor*, betrachtet.

Ich kann bestätigen, daß alle diese drei *Trachelocerca*-Formen wirklich vorkommen, und, wie ich glaube, kann ich auch beweisen, daß sie alle zu einer Art gehören und in genetischem Zusammenhange stehen.

Weil ich die verschiedenen Formen getrennt besprechen werde, scheint es mir bequemer, eine jede mit einem besonderen Buchstaben zu bezeichnen.

Mit dem Buchstaben „A“ möchte ich die einkernigen Tiere bezeichnen (Taf. VII Fig. 1). „B“ nenne ich die Tiere, die eine Menge ein- oder zweireihig angeordneter Kerne besitzen (Taf. VII Fig. 2—3).

Mit „C“ schließlich bezeichne ich die Tiere, die nach Gruber's Angaben keine Kerne haben, in Wirklichkeit sind auch in diesem Falle Kerne anwesend, nur ist ihre Struktur eine ganz abweichende.

Die Tatsache, daß Entz stets nur einkernige Tiere gesehen hat, Gruber im Gegenteil nur vielkernige, findet ihre Erklärung darin, daß gewöhnlich in einem Wasserbehälter sich alle Tiere zu gleicher Zeit in gleichem Zustand befinden.

Ich will dafür einige Beispiele anführen.

In einigen Seeaquarien in Moskau fand ich immer die einkernigen Tiere (A) und nur als eine überaus seltene Ausnahme die Tiere „B“. In anderen Aquarien waren dagegen unsere Infusorien stets vielkernig (B), während ich niemals einkernige finden konnte.

Als ich an der zoologischen Station zu Sebastopol war, konnte ich meistens nur einkernige Tiere erhalten. Die mir von Prof. Cori aus Triest geschickten Gläser enthielten ausschließlich die Form „B“. Und schließlich zeigten die Kulturen, die ich im Dezember 1906 aus Wasser von Rovigno erzielt habe, in der ersten Zeit nur die Stadien „C“. Weil so jede Form eine große Selbständigkeit zeigt und besonders die Form „C“ von den anderen abweichende Merkmale aufweist, werde ich alle diese Tiere in bezug auf ihre Lebensprozesse getrennt behandeln.

Die Größe der Tiere schwankt außerordentlich. Wie ich schon hervorgehoben habe, können einzelne Exemplare bis $1^1/_2$ mm groß werden, während andere nur 0,1 mm messen.

Wie wir später sehen werden, entstehen solche kleinen Tiere aus dem Stadium „C“ und wachsen dann erst zu großen Tieren

heraus. Ich werde deswegen auch diese Formen bei der Beschreibung der „C“-Tiere eingehend besprechen; hier dagegen will ich hauptsächlich die größten und die mittleren einkernigen Formen betrachten.

Das erste, was bei diesen Formen besonders auffällt, ist die außerordentlich geringe Masse der Kernsubstanz und speziell des Chromatins im Vergleich zu der ganzen Zelle.

Der Kern des *Trachelocerca* liegt gewöhnlich in der Mitte des Zelleibes gegen die Rückenseite zu. Sein Kern ist gar nicht dem der meisten Infusorienkerne entsprechend. Er hat vielleicht die größte Ähnlichkeit mit den Kernen einiger Acineten (*Dendrocometes*), bei denen das Chromatin in der Form feiner Körner ins Stroma des Kernes eingebettet ist.

Die Grundsubstanz des *Trachelocerca*-Kerns kann ganz verschieden aussehen. Bald ist sie fast homogen, bald vacuolisiert. Eine Kernmembran ist gewöhnlich vorhanden, aber ihre Dicke kann variieren.

In den meisten Fällen ist die Grundsubstanz dicht von einer Menge verschiedener großer Chromatinkörner erfüllt. Zwar ist Zahl und Größe dieser Körner gar nicht konstant. Ihr Aussehen jedoch ist stets das gleiche. Irgend ein, dem Micronucleus der übrigen Infusorien entsprechendes Gebilde, ist nicht vorhanden. Diesem sehr wichtigen Punkte habe ich besondere Aufmerksamkeit gewidmet. Wären Micronuclei vorhanden, so müßte man sie bei diesen einkernigen Tieren am leichtesten finden. Doch auch mit ganz verschiedenen Methoden der Konservierung und Färbung konnte ich an Totalpräparaten so wenig wie auf Schnittserien irgendwelche differenzierte Gebilde finden, weder im Plasma, noch im Kerne selbst.

Taf. VII Fig. 14 zeigt einen solchen mit Körnchen erfüllten Kern, den wir als Ausgangsstadium einer, wie wir später sehen werden, stattfindenden Zerstückelung ansehen können. Solche Kernformen sind ziemlich selten.

Viel öfter findet man der Taf. VII Fig. 15 entsprechende Kerne, bei denen sich im Innern schon eine verschieden große Anzahl dicht nebeneinander liegender Blasen zeigt. In bezug auf alles andere ist ihr Bau mit dem der bisher besprochenen Kerne ganz identisch.

Wodurch dieser Zerfall des Kernes bewirkt wird, ist schwer zu sagen. Doch kann man alle Übergänge finden, von Kernen, wo (Taf. VII Fig. 15) die Blasen sich noch sehr schwer unterscheiden lassen und dicht nebeneinander liegen, bis zu Stadien (Taf. VII Fig. 16 und 17), wo die Blasen als verkleinerte Kopien des Kerns

erscheinen und ganz locker zu einem morulaähnlichen Körper vereinigt im Plasma des Tieres liegen. Schließlich können so entstandene Haufen auseinandergehen und sich in eine oder zwei Reihen längs der Rückenseite des Tieres anordnen. Auf solche Weise können wir von ganz typischen einkernigen Tieren eine ununterbrochene Kette von Übergängen zu den „B"-Formen feststellen.

Neben diesen, man kann sagen äußerlichen Veränderungen des Kernes, können auch Veränderungen der Struktur und Umlagerungen der chromatischen Substanz vor sich gehen.

Doch sind diese Prozesse der Formen „A" vollständig ähnlich denen bei den Tieren „B". Bei den letzteren konnte ich die Erscheinung viel genauer verfolgen und zeitlich festlegen als das bei einkernigen Formen mir möglich war. Hier in München habe ich nämlich im lebenden Zustande nur ausnahmsweise die Tiere „A" gehabt. Infolgedessen ziehe ich vor, alle inneren Kernveränderungen bei den Tieren „B" zuerst zu beschreiben, um dann später die in dieser Beziehung vollständige Übereinstimmung zwischen beiden Formen betonen zu können.

Als eine physiologische Eigentümlichkeit der Formen „A" ist ihre besonders stark ausgeprägte Kontraktionsfähigkeit hervorzuheben.

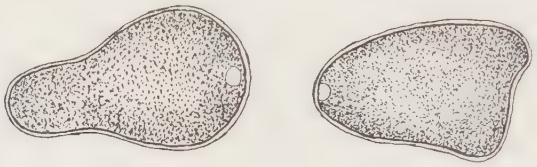
Wie ich früher in Moskau beobachtet habe, können die Tiere in einkernigem Zustand sehr lange Zeit existieren, ohne sich in die Form „B" umzuwandeln. Leider, wie gesagt, habe ich keine Möglichkeit mehr gehabt, reiches einkerniges Material zu bekommen. Infolgedessen sind meine Kenntnisse von diesen Entwicklungszuständen von *Trachelocerca*-Tieren lückenhaft, so z. B. was ihre Teilung betrifft.

Entz behauptet, die Teilung gehe in encystiertem Zustande vor sich. Es gelang mir auch einmal, diese Erscheinung zu beobachten.

Am 2. Februar hatte ich in einer Uhrschale ein sehr großes einkerniges Tier isoliert. Am folgenden Tage sah ich, daß es unverändert war, nur die Menge der „Excretionskörperchen" hatte zugenommen. Infolgedessen war das Tier noch undurchsichtiger geworden. Am 4. fand ich in der Kultur eine Cyste, die schon zwei geteilte Tiere in sich enthielt (Taf. VII Fig. 18). Die Cyste war von einer dünnen Membran umgeben, die an der Grenze zwischen beiden Teilprodukten besonders deutlich zu sehen war.

Die Tiere selbst hatten äußerlich keine Veränderungen erlitten, und wie früher waren sie vollständig mit den Einschlüssen erfüllt, so daß die Kerne damit völlig verdeckt waren.

Am 5. morgens habe ich anstatt der Cyste nur die Reste der Membran gefunden. Später suchte ich auch die Tiere selbst heraus. Sie waren wieder encystiert, aber jedes allein. Der Abstand zwischen beiden Cysten war mehr als ein Zentimeter. Die Cysten waren nicht vollständig rund, sondern, wie Textfigur B zeigt, hatte die eine eine birnförmige Gestalt und stak mit ihrem dünnen Ende im Schlamm. Die andere Cyste war mehr abgerundet. In jeder fand ich eine Vacuole.



Textfig. B.

Lange Zeit beobachtete ich die Cyste, aber nie gelang es mir, die Entstehung der Vacuole zu sehen. Doch aus dem Umstand, daß die Cysten bald die Vacuole besaßen, bald nicht, ziehe ich den Schluß, daß die Vacuole zwar kontraktil war, aber nur sehr langsam pulsierte.

Später fand ich beide Cysten ganz rund, mit einer ziemlich dicken Hülle versehen. An den folgenden Tagen, bis zum 16. traten keine Veränderungen ein.

Nach dem 16. habe ich eine Cyste gefunden, die wieder an den Zustand von Textfigur B erinnerte. Die Hülle war sehr dünn. Das Gebilde wurde in einem Uhrglas mit frischem Seewasser isoliert und nach 2 Stunden ungefähr fand ich anstatt der Cyste einen zarten Organismus, der im Aussehen von *Trachelocerca* sehr abwich. Einige Zeit habe ich das Tier beobachtet, am folgenden Tag aber verschwand es wieder und an seiner Stelle erschien in der Uhrschale wieder ein cystenartiges Gebilde.

Das Wechseln des Wassers hatte wieder zur Folge, daß nach einer Stunde das Tier frei umherschwamm. Leider ging es bei dem Versuch, es in ein anderes Glas zu übertragen, zugrunde.

Es ist sicher, daß diese so rasch aufeinanderfolgenden Encystierungen keine normalen Vorgänge waren. Vielmehr macht es ganz den Eindruck, daß hier als bestimmender Faktor die Seewasserkonzentration anzusehen ist. Während der Beobachtung blieb die Uhrschale natürlich unbedeckt, und bei der kleinen Wassermenge konnte in dieser Zeit die Konzentration bedeutend steigen. Die

Richtigkeit dieser Vermutung verbürgen auch die Vorgänge in der anderen Cyste.

Einmal fand ich sie ganz rund, mit einer dünnen Hülse umgeben. Nach dem Zugießen frischen Wassers merkte ich, daß im Innern der Cyste das Tier zu rotieren anfing. Das Wasser wurde noch einmal umgewechselt, und nach kurzer Zeit konnte ich unter dem Mikroskop den ganzen Prozeß des Ausschlüpfens verfolgen.

Nach der ziemlich lange dauernden Rotation des Tieres in der Cyste wurde ihre Membran an einer Stelle plötzlich gesprengt, und durch die so entstandene Öffnung begann das Tier sein Vorderende aus der Cyste herauszustrecken. Die Mundöffnung sah ich nicht, aber der Kranz von stärkeren Wimpern war schon vorhanden. Das Vorderende war ganz frei von irgendwelchen Einschlüssen, während der übrige Teil des Leibes stark davon erfüllt war (Textfig. C).

Bei dem nun folgenden Ausschlüpfen konnte man sehen, wie diese Körnchen von dem hinteren nach dem vorderen Ende überwanderten. Dabei gab es ein Stadium (Textfig. C, 4 u. 5), wo ihre Verteilung mehr oder weniger gleichmäßig war, und zu dieser Zeit konnte man sicher den ungefähr im Centrum liegenden Kern sehen.

Das Überwandern der Körnchen geschah so schnell, daß schon nach wenigen Minuten sich alle, mit wenigen Ausnahmen, in dem Köpfchen zu einer dichten Masse angesammelt hatten. Auf diese Weise war der ganze Leib durchsichtig geworden und der Kern ließ sich wieder vom umgebenden Plasma nicht unterscheiden. Am hinteren Pole fand sich die bis jetzt noch nicht bemerkbare kontraktile Vacuole (Textfig. C 5—8). In diesem Zustand unterscheidet sich das Tier sehr wesentlich von der normalen *Trachelocerca*, es stimmte aber mit dem in der ersten zugrunde gegangenen Cyste beobachteten Tiere überein.

Andererseits lassen sich gewisse einkernige Formen, vermöge ihrer Gestalt von solchen frisch ausgeschlüpften Tieren ableiten. Ich habe nämlich manchmal freischwimmende Tiere gesehen, die ein ziemlich großes, stark pigmentiertes Köpfchen besaßen, dagegen war ihr Leib länger und schlanker, und anstatt eines abgerundeten Endes hatten sie einen spitz auslaufenden Schwanz ohne Vacuole. Sehr interessant ist es, daß das Vorhandensein der Vacuole und das Fehlen des Schwanzes ständig Merkmale der Formen „C“ darstellen.

Leider gelang es mir, wie mit dem ersten, so auch mit dem zweiten ausgeschlüpften Tier nicht, es weiter zu züchten. Nach einigen Tagen konnte ich es nicht mehr finden; wahrscheinlich war es auch zugrunde gegangen.

Kehren wir jetzt zur Frage der Vermehrung von *Trachelocerca* zurück. Wie aus dem eben Beschriebenen hervorgeht, kann ich die Beobachtungen von Entz, daß das Tier im encystierten Zustand sich zu teilen vermag, bestätigen. Aber es scheint mir nicht bewiesen zu sein, daß die Teilung in der Cyste der einzige Teilungsmodus der einkernigen Tiere ist. Man kann das nämliche aus dem Teilungsvorgang der „B"- und „C"-Stadien schließen. Wenn Entz aus der Tatsache, daß *Trachelocerca* zu den Enchelliden gehört, die Forderung ableitet, daß es sich nur im Cystenzustand teilen könne, so halte ich diesen Schluß für ganz verfehlt.

Textfig. C.

Wie die Teilung des Kernes bei „A"-Tieren vor sich geht, ist mir auch nicht ganz verständlich geworden. Es ist möglich, daß der Kern einfach in 2 Körper zerfällt, und daß darauf die Teilung des Tieres folgt, so daß jedes Tochterindividuum einen Kern bekommt. Dafür spricht z. B. das auf Taf. VII Fig. 19 abgebildete Tier mit zwei Kernen. Doch ist das natürlich nur eine Vermutung.

Wie ich einmal schon erwähnt habe, verwandeln sich durch den Zerfall des Kernes in eine Anzahl Blasen und durch das Auseinanderweichen dieser Blasen die einkernigen Tiere in vielkernige „B"-Formen.

Die Zahl der so entstandenen Blasen ist nicht groß. Sie schwankt gewöhnlich zwischen 4—20. Doch kann später durch weitere Vermehrung eine viel größere Anzahl entstehen. Daher trifft man zwischen solchen „B“-Tieren Exemplare mit 60—80 Kernen. Seltener findet man die Tiere nur mit 3 oder 4, am häufigsten mit 20—50 Kernen. Die Größe kann, wenn auch nicht so wie im ersten Falle, doch ziemlich bedeutend variieren. In der Regel zeigen die größeren Exemplare die größere Zahl der Kerne und umgekehrt.

Gewöhnlich unterscheiden sich diese Kerne in ihrem Bau nicht von solchen der Tiere „A“. Wie im ersten Falle kann man nirgends etwas an einen Micronucleus erinnerndes finden. Wie im ersten Falle besteht der Kern aus Grundsubstanz und in diese eingebetteten Chromatinkörnchen; nur ist die Zahl der Körnchen gewöhnlich nicht so groß. Es gibt sogar Fälle, wo sie ganz gering ist (1—4); dann ist die Grundsubstanz besser zu erkennen und zu untersuchen. Die Membran kann wie bei den Tieren „A“ ganz verschieden scharf ausgeprägt sein.

Die Vermehrung der Kerne geschieht auf sehr einfache Weise. Der zuerst kugelige Kern nimmt eine ovale Gestalt an und zerfällt in zwei meist nicht gleich große Blasen (Taf. VII Fig. 20) die anfangs dicht beieinander liegen, dann aber auseinander rücken. Der Vorgang ist also im Prinzip der gleiche wie bei den Tieren „A“.

Die Chromatinkörnchen vermehren sich, wie es scheint, durch eine Art Teilung. Es kommt nämlich nicht selten vor, daß zwei solche im Kerne liegende Körnchen durch einen eigentümlichen Strang miteinander verbunden sind. Die Stränge können verschieden lang sein und färben sich viel schwächer als die Körnchen selbst (Taf. VII Fig. 20—21). Ich glaube, daß solche Bilder nur als Teilungsstadien gedeutet werden können.

Die Tiere mit einem solchen Kernapparat, die wir mit „B“ bezeichnet haben, können monatelang existieren; in den anfangs April aus Rovigno erhaltenen Kulturen habe ich bis September genug Material davon gehabt. Sie vermehrten sich enorm und zeigten gleichzeitig in ihren Kernen eine Reihe sehr interessanter Erscheinungen.

In betreff der Teilung kann ich mit völliger Sicherheit behaupten, daß sie bei freischwimmenden Tieren vorkommt und in einer einfachen Querdurchschnürung besteht.

Obwohl der Teilungsvorgang ziemlich langsam vor sich geht, gelang es nicht oft, ihn zu sehen. Da ich keine Uhrgläserkulturen besaß, mußte ich die in Teilung begriffenen Tiere aus den Stamm-

kulturen heraussuchen. In langgestrecktem Zustand sind die ersten Stadien der Teilung sehr leicht zu übersehen, oder mit Deformationserscheinungen des Körpers durch Nahrungspartikelchen zu verwechseln. Die fortgeschrittenen Stadien aber mit der Pipette herauszunehmen, ist schwer, weil es sehr oft vorkommt, daß dabei die dünne, protoplasmatische Brücke zerrissen wird. Indessen habe ich doch genügende Gelegenheit gehabt, am lebenden Tiere und an den Präparaten die Teilung zu studieren. Gewöhnlich sind die Tochtertiere in bezug auf Größe und Zahl der Kerne nicht vollständig gleich. In den meisten Fällen ist das vordere Tier, das mit dem Mund versehen ist, ein wenig größer als das hintere. Die Vermehrung der Kerne und ihre Zahl steht in keinem direkten Zusammenhang mit dem Teilungsvorgang des Tieres selbst. Die Verteilung der Kerne ist ganz willkürlich und geschieht auf ähnliche Weise wie z. B. bei *Opalina*. Auch ihre inneren Veränderungen, die wir noch besprechen werden, haben keinen besonderen Einfluß auf die Teilung.

Taf. VII Fig. 39 zeigt verschiedene Stadien des Prozesses von demselben Tier nach dem Leben gezeichnet. Der Zeitraum vom Moment, wo ich das in Teilung begriffene Tier fand, bis zu der völligen Trennung beider, ist ziemlich groß, nämlich 1 Stunde 10 Minuten.

Schon anfangs zeigten die beiden noch zusammenhängenden Teilprodukte in ihrer Bewegung ziemlich große Unabhängigkeit voneinander. Besonders in den letzten Momenten bekam man den Eindruck, als ob der ganze Vorgang den Zweck habe, die beiden Tiere voneinander loszulösen. Interessant war das, wie der letzte ungemein feine protoplasmatische Verbindungsstrang durch eine gleichzeitige Kontraktion beider Tiere zerrissen wurde.

Da in dieser Zeit bei dem hinteren Tiere noch keine Spuren des Mundapparates angelegt waren, so stellte sich der Teilungsvorgang als eine einfache quere Durchschnürung dar. Nur in der Tatsache, daß das künftige Vorderende des hinteren Tieres nicht gerade, sondern schräg abgeschnitten wird, haben wir einen Hinweis auf den späteren Mundapparat zu sehen. Wie dessen Ausbildung vor sich geht, konnte ich leider nicht untersuchen, doch ist er nach 2—3 Stunden schon fertig.

Wie bereits gesagt wurde, können die Tiere sehr lange Zeit in Kulturen leben, ohne äußerlich irgendwelche Veränderungen zu zeigen. Doch im Innern, nämlich an den Kernen, gehen einige Erscheinungen vor sich, die schließlich zur Conjugation der Tiere führen.

Die Prozesse erscheinen in ihrer Gesamtheit auf den ersten Blick sehr kompliziert und unverständlich; doch werden sie sofort ganz klar, wenn wir sie nach den Gesichtspunkten R. Hertwig's betrachten.

In seiner bekannten Arbeit „Über physiologische Degeneration bei *Actinosphaerium eichhorni*" führt R. Hertwig die Anschauung durch, daß in der Zelle infolge ihrer Lebensfunktion die Chromatinsubstanz der Kerne im Vergleich zu der Plasmamasse allmählich zunimmt. Dadurch wird die für geregelte Lebenstätigkeit erforderliche normale Kernplasmarelation gestört, und die Zelle tritt in einen Depressionszustand ein.

Ferner ist R. Hertwig zu der Anschauung gekommen, daß der Befruchtungsvorgang eines von den Mitteln ist, das verlorene Gleichgewicht der Zelle wieder herzustellen, oder, mit anderen Worten, er hat die Tatsache festgestellt, daß der Zustand der Zelle vor der Befruchtung ein mehr oder weniger starker Depressionszustand ist, der durch dieselbe aufgehoben wird.

Die gleichen Ansichten hat auch M. Popoff in einer Arbeit „Depression der Protozoenzelle und der Geschlechtszellen der Metazoen" geäußert und auffallend klar die Richtigkeit der Theorie für die Infusorien *Stychlonychia* und *Paramaecium* bewiesen.

Ein solcher Standpunkt gibt uns den Schlüssel zum Verständnis auch der in den Kernen von *Trachelocerca* sich abspielenden Prozesse, die besonders interessant sind, weil hier die Differenzierung in Macro- und Micronuclei noch nicht vorhanden ist.

Die mit der Zeit eintretende Vermehrung des Chromatins findet in unserem Falle ihren ersten Ausdruck in der Vergrößerung von Zahl und Volumen der Chromatinkörnchen. Ferner nimmt die Fähigkeit, basische Farbstoffe anzunehmen, bedeutend zu. Schließlich findet innerhalb des Kernes eine Ausscheidung des Chromatins aus den einzelnen Körnchen statt.

Offenbar findet sich, wie das R. Hertwig für *Actinosphaerium* annimmt, und wie es in vielen Fällen sicher richtig ist, bei *Trachelocerca* das Chromatin der Körnchen in Verbindung mit Nucleolarsubstanz. Erst jetzt, nach der Vermehrung der chromatischen Substanz, wird es in reinem Zustand ausgeschieden.

Die so entstandenen Bilder zeigen zuweilen eine auffallende Ähnlichkeit mit den Bildern der Chromatinausscheidung aus den Nucleolen bei *Actinosphaerium* während der Bildung sogenannter Riesenkerne. Ich empfehle nur die Abbildungen von Hertwig Taf. XI Fig. 7 und meine Taf. VII Fig. 23, 33 zu vergleichen.

Wie bei *Actinosphaerium* kann man auch in solchen Fällen keine Regelmäßigkeit des Vorgangs feststellen. In ihren Einzelheiten ist die Erscheinung sehr verschiedenartig. Das ausschlaggebende Moment ist hier die Zahl und die Form der chromatischen Körnchen, aus denen das Chromatin heraustritt. Den Veränderungen dieser Faktoren entsprechen auch die des Gesamtbildes (Taf. VII Fig. 23—28). Bald wird das Chromatin als eine mehr oder weniger kompakte Masse, bald als ganz feine Körnchen ausgeschieden. In den meisten Fällen sammelt es sich als eine Brücke zwischen zwei nebeneinander liegenden Körnern. Zuweilen scheidet ein großes Chromatinkorn ein oder auch mehrere Kügelchen von zusammengedrängter chromatischer Substanz aus (Taf. VII Fig. 23, 24, 25, 27). In anderen Fällen vereinigen sich die ausgeschiedenen Massen zwischen 3 oder 4 Körnern zu einer einzigen (Taf. VII Fig. 26).

Die so entstandenen Inseln von chromatischer Substanz fließen nun gewöhnlich in eine Masse zusammen und rücken an die Oberfläche des Kernes (Taf. VII Taf. 30). Zunächst folgt nun wohl das seltener beobachtete Stadium (Taf. VII Fig. 29), wo das ganze ausgeschiedene Chromatin noch ziemlich gelockert die Oberfläche des Kernbläschens zum großen Teil überzieht. Allmählich wird diese Anhäufung dichter, und schließlich legt sie sich als eine kleine, aber auffallend stark färbbare Kappe irgendwo der Oberfläche an.

Die nach dem Heraustreten des Chromatins ganz blaß gewordene Nucleolarsubstanz fließt nun meist in eine oder zwei größere Ansammlungen zusammen.

Merkwürdigerweise ist beinahe jeder Kern zu dieser Zeit in 4 meistens gleich große Blasen (Kerne) zerfallen, nämlich in 2 größere und 2 kleinere. In jedem von diesen Kernen gehen die oben beschriebenen Prozesse ganz selbständig vor sich, aber später, nach der Bildung der vier, oder mehr, chromatischen Kappen (Taf. VII Fig. 30) fließen diese letzteren in zwei zusammen, und es entstehen auf solche Weise als am häufigsten auftretende Bilder: 4 ungleich große Kerne und zwischen ihnen zwei stark chromatische Gebilde (Taf. VII Fig. 32). Doch ist diese Erscheinung nicht immer zu beobachten.

Von diesen 4 Kernen unterscheiden sich die 2 kleineren auf den ersten Blick nicht von den größeren; in Wirklichkeit haben sie jedoch einige Besonderheiten. Manchmal (Taf. VII Fig. 31) zeigen sie eine fibrilläre Struktur und bei der Conjugation werden sie viel schneller resorbiert, als die großen Kerne.

Auffallend an den Kernen ist die häufige Anwesenheit eigen-

tümlicher Kristalle, (Taf. VII Fig. 30—32) eine Erscheinung, die wir als nicht hierher gehörig später besprechen werden.

Nach der oben beschriebenen chromatischen Ausscheidung können wir die Tiere als reif für den Conjugationsvorgang betrachten. Aber in solchem Zustand kommen die vegetativen Funktionen der Tiere nicht zum Stillstand, diese nehmen Nahrung auf und können durch die oben beschriebene Querteilung sich vermehren. Ob die Kerne mit den neuentstandenen chromatischen Gebilden sich noch zu teilen vermögen, ist eine offene Frage.

Den Conjugationsvorgang selbst kann ich leider nur in seinen hauptsächlichsten Etappen schildern, weil mein Material für die Beantwortung dieser Frage zu spärlich war.

Das Mittel, die Tiere künstlich zur Conjugation zu veranlassen, wie es Prandtl für *Didinium* oder Popoff für *Carchesium* angewandt haben, ist bei mir wegen der Schwierigkeiten der Kultivierung wirkungslos geblieben.

Alles was ich über diesen Gegenstand bringen kann, bot sich mir zufällig in einer Stammkultur. Ich halte es für beachtenswert, daß, ungeachtet meiner resultatlosen Experimente, die Bedingungen, bei welchen die Conjugation in der Stammkultur eingetroffen ist, vollständig den theoretischen Forderungen entsprechen. Nämlich alle Conjuganten habe ich in einem Glas gefunden, das lange Zeit sehr reichlich mit Nahrungsmaterial versehen worden war. Nach einer Periode gemäßigter Temperatur traten im Mai plötzlich sehr heiße Tage ein, so daß die ganze Woche hindurch das Thermometer des Laboratoriumszimmers mehr als 25° C im Schatten zeigte. Infolgedessen vermehrten sich die Tiere ganz enorm und die Nahrungsmenge nahm ab.

Zu dieser Zeit konnte man nicht selten sehen, daß die Tiere hier und dort an den Glaswänden in großen Haufen sich sammelten (Textfig. D). Manchmal fand man 50—60 Tiere in einem Knäuel. Zwar ist es wohl denkbar, daß eine solche Erscheinung durch lokale Ansammlung von Nahrungspartikelchen hervorgerufen wurde, doch muß ich darauf aufmerksam machen, daß alle Conjuganten, die ich habe, mittels der Lupe in solchen Ansammlungen gefunden wurden.[1])

Es conjugieren gewöhnlich nicht besonders große Tiere und es kommt nicht selten vor, daß die Größe der Conjuganten etwas ver-

[1]) Auch bei Dilepten kann man eine ähnliche Erscheinung beobachten. Wie bei *Trachelocerca* findet man die conjugierenden Tiere stets in solchen Häufchen liegen.

schieden ist; ebenso kann auch die Zahl der Kerne eine ungleiche sein.

Während der Conjugation verbinden sich die Tiere der Länge nach mit den Bauchseiten. Nur der Kopf und der Schwanz bleiben noch frei (Taf. VII Fig. 41—42). Wie es scheint, bleibt die Pellicula an der Berührungsstelle erhalten und bildet bei kontrahierten Formen eine zickzackförmige Linie (Taf. VIII Fig. 45).

Der ganze Vorgang dauert ungefähr 24 Stunden; ganz genau konnte ich die Zeit nicht feststellen.

Textfig. D.

Zu Anfang bleibt die Verteilung der Kerne in den Körpern der Infusorien noch ungestört. Die erste Veränderung an den Kernen selbst besteht darin, daß die stark färbbaren chromatischen Gebilde, die bis jetzt mit den Kernen noch verbunden waren, sich lösen und selbständig werden, wenn sie auch noch zwischen den Kernen liegen.

Wieder ein wenig später finden wir diese Gebilde, die nach der Rolle, die sie spielen, mit dem Micronucleus typischer Infusorien zu vergleichen sind, mit einem hellen Hof umgeben. Wahrscheinlich ist dieser Hof der Ausdruck einer Membran. Dort, wo zwei solche „propagatorische“ Kerne beisammen liegen, erscheinen die Hüllen dicht aneinander gedrängt (Taf. VIII Fig. 43 rechts).[1])

[1]) Die Kerne des linken von den auf Fig. 43 abgebildeten Tieren möchte ich für nicht ganz normal ansehen. Die typischen vierkernigen Gruppen sind hier nicht vorhanden, und an ihrer Stelle sehen wir, daß die kleinen Kerne eine

Mit dem Fortschreiten des Vorganges nähern sich die Kerne einander und gleichzeitig wandeln sich die „propagatorischen Kerne“ aus ganz kompakten Gebilden in Blasen mit sehr deutlicher Wabenstruktur um (Taf. VIII Fig. 44). Die kleineren Kerne sind zu dieser Zeit schon blaß geworden; sicher erleiden sie eine Resorption. Die größeren aber sehen normal aus.

Das folgende Stadium der Conjugation, das ich beobachten konnte, gehört leider schon dem Ende des Vorganges an. Gerade an dieser Stelle ist der Mangel an Material besonders fühlbar geworden, und ich kann deswegen den Verlauf nicht mit völliger Sicherheit darstellen.

Es haben sich jetzt alle Kerne in den beiden Tieren zu je einem großen Haufen gesammelt und im Centrum des Infusorienleibes einander gegenüber angeordnet (Taf. VII Fig. 42, Taf. VIII Fig. 45).

Die Kerne sind mit dichterem Protoplasma umgeben, das Stränge bildet, die zu der Berührungsstelle beider Tiere laufen, so daß ein Bild entsteht, als wollte das Plasma eines jeden Tieres in den Conjuganten überwandern.

Die Kerne und das sie umgebende dichtere Protoplasma bilden ein sehr scharf begrenztes viereckiges Feld. Auf den der Rückenseite des Tieres genäherten Rändern liegen ganz dicht nebeneinander die großen Kerne, deren Struktur noch nicht verändert ist. Bei aufmerksamer Betrachtung findet man in der Nähe der Grenzlinie zu die Reste der kleineren Kerne. Diese sind noch blasser geworden und lassen sich nur mit Mühe erkennen. Zwischen den großen Kernen und den Resten der kleinen liegen in jedem Tiere die Geschlechtskerne.

Das Aussehen der letzteren kann sehr verschieden sein. An Taf. VIII Fig. 45 auf der rechten Seite sehen wir chromatische Massen, die sich sehr intensiv färben und ganz an die in Fig. 44 abgebildeten wabigen Körper erinnern. Sie unterscheiden sich aber von ihnen, indem sie nicht scharf umgrenzt sind und den Eindruck

---

fibrilläre Struktur angenommen haben. Sie sind mit dem micronucleusartigen Gebilde fest verbunden und können, wie Fig. 43 zeigt, ziemlich weit von der Kernseite entfernt liegen. Das Aussehen solcher Kerne ist mit dem auf Taf. VII Fig. 31 abgebildeten völlig identisch. Da ich solche Bilder bei nicht conjugierenden Tieren nicht selten gesehen habe, und dabei Abtrennung und allmähliche Resorption durch das Plasma beobachtete, sehe ich diese Stadien als Degenerationserscheinungen solcher Tiere an, die zur Conjugation schon reif waren, aber durch irgendwelche Ursachen verhindert wurden, sie durchzuführen.

erwecken, als ob ihr Chromatin sich verteilen und sie selbst zugrunde gehen wollten. Außer diesen degenerierenden Elementen findet sich noch eine Anzahl kompakter Körper von sehr verschiedener Größe. Im linken Conjuganten, wo die Menge der zugrunde gehenden Körper gering ist, ist dementsprechend die Zahl der letzteren kompakten Elemente besonders groß.

Die Größe der verschiedenen Formen wechselt sehr und wir können deswegen auf Taf. VIII Fig. 45 leicht alle Übergänge von den kleinsten Körnchen bis zu großen degenerierenden Massen finden.

Es kommt nicht selten vor, daß solche kleine Elemente paarig beieinander liegen und bei aufmerksamer Betrachtung kann man dann zwischen ihnen eine Spindel wahrnehmen. Taf. VIII Fig. 47 zeigt solche Bilder in stärkerer Vergrößerung von einem anderen Präparat. An Taf. VIII Fig. 45 sehen wir, daß zwei Paar von solchen Kernen quer über der hier aufgelösten Pellicula liegen und so Austauschspindeln bilden. Auf Taf. VIII Fig. 46 sind sie sehr stark vergrößert dargestellt.

Wie schon gesagt wurde, läßt der Mangel an Übergängen zwischen den Stadien der Taf. VIII Fig. 44 u. 45 nicht mit völliger Sicherheit die Entwicklung der Befruchtungskerne verfolgen. Doch schon der Vergleich der beiden Stadien gestattet die sichere Behauptung, daß die Befruchtungskerne weder aus den großen noch aus den kleinen Kernen entstanden sein können, weil nach dem Erscheinen der fraglichen Kerne der Charakter der beiden übrigen Kernsorten noch ganz der gleiche ist. Schon dieser Umstand allein, ganz abgesehen von der Anwesenheit aller Übergänge zwischen den kompakten kleinen und den größeren lockeren Elementen spricht dafür, daß die Befruchtungskerne ihren Ursprung von den wabenartigen Gebilden (Taf. VIII Fig. 44) respektive von den stark färbbaren chromatischen Ansammlungen (Taf. VII Fig. 31) nehmen.

Die so auffallende Mannigfaltigkeit im Aussehen der Geschlechtskerne kann man, wie mir scheint, durch den Vergleich mit dem Conjugationsvorgang der anderen Infusorien erklären. Es ist eine wohlbekannte Tatsache, daß die Zahl der Micronucleen zur Zeit der Conjugation zunimmt. Die Literaturangaben über die Infusorien, die stets mehr als einen Micronucleus besitzen, sind zwar nicht zahlreich. Von Maupas' Angaben abgesehen, haben wir eine Arbeit von Prowazeck (1903) über Conjugation bei *Bursaria truncatella*. Aber das, was hier Prowazeck festgestellt hat, gibt uns die Möglichkeit, auch die Verhältnisse bei *Trachelocerca* zu klären.

Prowazeck glaubt nämlich bewiesen zu haben, daß die normaler-

weise 15—16 zählenden Micronuclei beim Eintritt der Conjugation sich sehr rasch zu vermehren anfangen, und so einer Menge von Micronucleen (50—60 St.) den Ursprung geben. Aber auch in diesem Falle, wie offenbar überall bei den Infusorien, führt nur ein einziger Micronucleus den Befruchtungsvorgang durch.

Wenn wir die Erscheinungen während der Conjugation von *Trachelocerca* denen bei *Bursaria* vergleichen wollen, dann können wir es für sehr wohl möglich halten, daß in den bei mir fehlenden Stadien, wahrscheinlich auf mitotische Weise ein Teilungsvorgang der wabigen Blasen stattgefunden hat. Nicht alle daraus hervorgegangenen Kerne setzen die Teilung fort, sondern eine Anzahl von ihnen beginnt resorbiert zu werden, und, weil dieser Teilungs- und Degenerationsvorgang sich noch öfter wiederholt, wird es uns möglich, die verschiedenen Stadien auf Taf. VIII Fig. 45, 47 zu erklären.

Diese auf den ersten Blick so komplizierte Erscheinung spricht nicht gegen die primitive Natur des Tieres, vielmehr steht sie, wie wir sehen werden, in bestem Einklang mit ihr.

Daß die Caryogamie auch in diesem Falle nur zwischen zwei Kernen stattfindet, kann ich ziemlich sicher annehmen.

In einigen Exconjuganten gelang es mir, 1—2 Tage nach der Trennung, außer alten zugrundegehenden Kernen noch ein in der Nähe der Pellicula liegendes starkfärbbares Körnchen zu finden, dessen Größe und Aussehen den Eindruck machte, als ob es das Produkt der Befruchtungskernverschmelzung sei. Leider ließen die Exconjuganten sich nicht weiter züchten. Nur einmal habe ich ein Tier gehabt, das erst am vierten Tage fixiert worden ist. Taf. VIII Fig. 48 stellt seine Kerne dar. Von kleineren Kernen finden wir keine Spur mehr; auch die größeren zeigen sicher eine Degeneration, die der der kleineren entspricht. Außerdem finden wir auch die Reste der degenerierten Micronucleen, und schließlich noch zwei eigenartige Spindeln. Eine von diesen ist auf Taf. VIII Fig. 49 sehr stark vergrößert abgebildet und weist sogar in sich eine Menge von ganz kleinen, punktartigen Chromosomen auf.

Das weitere Schicksal der Exconjuganten direkt zu verfolgen, gelang mir nicht. Aber in demselben Glas, wo die Conjuganten aufgetreten waren, fand ich $1^1/_2$—2 Wochen später Tiere, wie ich sie früher niemals zu sehen bekommen hatte.

Auf Taf. VIII Fig. 50 ist ein solches Tier abgebildet. Wir sehen die alten, großen Kerne schon sehr weit degeneriert, so weit, daß sie schon beinahe keine Farbe mehr aufnehmen. Außer diesen

Kernen aber ist noch eine große Menge ganz kleiner Körper vorhanden, die Taf. VIII Fig. 51 in starker Vergrößerung zeigt. Am einfachsten wäre es anzunehmen, daß diese eigentümlichen Gebilde irgendwelche parasitische Organismen sein könnten. Aber diese Vermutung läßt sich nicht aufrecht halten, wenn wir die Körperchen mit den Kernen von *Trachelocerca* in Stadium „C“ vergleichen, an welche sie in sehr vielen Beziehungen erinnern. Auch die Tatsache, daß ich solche sonst nie auftretenden Tiere nur nach der Conjugation fand, stützt meine Ansicht, daß diese kleinen Kerne aus dem Befruchtungskern durch successive Teilungen entstanden sind.

Zum Schluß der Darlegungen über den Conjugationsvorgang möchte ich einen, wie mir scheint, anormalen Fall beschreiben. Es handelt sich um die erste Conjugation, die ich überhaupt gefunden habe. Ich erhielt sie in einem anderen Glas und bereits im April. Die Tiere wurden von mir nur lebend beobachtet, weshalb ich nicht viel über die Kernverhältnisse zu sagen habe.

Textfig. E.

Textfig. E zeigt das betreffende Paar, das offenbar schon zu Anfang des Prozesses isoliert wurde. Der ganze Vorgang verlief außerordentlich langsam. Im Moment der Isolierung waren die Kerne in den beiden Tieren noch sehr scharf konturiert, und es war

sehr leicht festzustellen, daß das größere Tier 11 Kerne besaß, das andere nur 7. Am folgenden Tage fand ich, daß das rechte Tier in seiner Größe sehr stark abgenommen hatte; alle Kerne waren in das zweite größer gewordene Tier übergewandert und waren bei weitem nicht mehr so deutlich zu sehen. Doch konnte man sie noch zählen und zwar waren es nur 14. Am nächsten Tage traten keine Veränderungen ein außer einer weiteren Verkleinerung des einen Tieres und einer Verminderung der Zahl der Kerne des anderen, die sich zu Gruppen gesammelt hatten.

Am vierten Tage nach der Isolierung fand ich nur ein freischwimmendes Tier. Nur mit großer Mühe habe ich später auch den abgefallenen Rest des anderen Conjuganten gefunden (Textfig. E 5).

Er zeigte noch Beweglichkeit und sogar Kontraktionsfähigkeit. Das Tierchen wurde fixiert und gefärbt, aber, wie Taf. VII Fig. 40 zeigt, konnte man keine Spur von Kernen mehr finden, nur am vorderen Ende waren einige eigentümliche, stark lichtbrechende Körnchen vorhanden, die aber gar nicht an Kerne erinnerten. Das große kernhaltige Tier ging zwei Tage später zugrunde.

Da das der erste Conjugationsfall war, den ich gesehen habe, hielt ich ihn anfangs für eine normale Erscheinung. Ein so verlaufender Vorgang läßt sich vollständig mit der Verschmelzung der Micro- und Macrogameten bei Peritrichen vergleichen. Doch später fand ich immer nur die oben beschriebene „normale Conjugation“ mit der nachfolgenden Trennung und Erhaltung der beiden Individuen.

Von dem oben erwähnten Gesichtspunkt R. Hertwig's ausgehend, ist es nicht schwer, auch eine andere Erscheinung in den *Trachelocerca*-Kernen zu erklären. Ich meine nämlich die Bildung der erwähnten Kristalle innerhalb der Kerne. Als ich meine Kulturen anfangs April begann, bestanden sie ausschließlich nur aus den „B“-Formen mit normalen Kernen. Schon Ende April traten einige, zwar sehr seltene Exemplare mit wenigen Kristallen in den Kernen auf. Später nahm die Zahl von solchen allmählich zu und schließlich im August und September besaßen alle Tiere Kristalle. Oft kam es vor, daß sämtliche Kerne eines Tieres durch Kristallgruppen ersetzt waren. Textfig. „F“ stellt ein solches Tier im ganzen vor, von dem in Taf. VII Fig. 38 ein Ausschnitt stark vergrößert wiedergegeben ist. Den entsprechenden Teil eines lebenden Tieres sehen wir in Taf. VII Fig. 37. Ende September fand ich kein lebendes Tier mehr.

Das Studium der Präparate zeigt, daß die Kristalle an der Stelle der chromatischen Körner sich entwickeln. Allmählich fangen diese

Körner an, sich nicht so stark mit Boraxkarmin zu färben, und dabei kommt es nicht selten vor, daß zwei oder drei Körner zusammenfließen. Weiter wandeln sich diese Elemente ganz allmählich in Kristalle des hexagonalen oder regulären Systems. Die Kristalle können sowohl nach der Ausbildung der Geschlechtskerne, wie auch vor der diese vorbereitenden Ausscheidung des Chromatins aus den oben erwähnten Körnern entstehen; in letztem Falle kommt die Ausscheidung der chromatischen Substanz resp. die Bildung der Geschlechtskerne überhaupt nicht zustande.

Textfig. F.

Das Vorkommen ähnlicher Kristalle im Tierreich, besonders bei Metazoen, ist keine seltene Erscheinung. List bringt dafür einige Tatsachen und stellt z. B. fest, daß Kristalle in Pigmentzellen der Echiniden vorhanden sind. Weiter sind sie für Arthropoden wohl bekannt (*Tenebrio molitor*), für den Menschen in den sogenannten Hodenzwischenzellen und sonst noch mehr.

Bei den Protozoen findet man am häufigsten solche Gebilde bei Amöben, wo sie von Auerbach für *Amoeba actinophora* schon im Jahre 1855 beschrieben wurden. In der neueren Zeit beschrieben sie Neresheimer bei *Amoeba dofleini* und Prandtl bei *Amoeba proteus*. Schließlich ist, Zimmermann's Angaben nach, im Pflanzenreich die Verbreitung der Kristalle eine noch bedeutendere.

Für ihr Vorkommen in den Echinidenzellen hat List sicher ihren Ursprung nachgewiesen. Ganz richtig meint er, daß solche Kristalle als Produkte der Chromatinzersetzung zu betrachten sind. Ein solcher Ursprung aus den Kernen ist wohl in allen Fällen anzunehmen. Für *Amoeba proteus* z. B., bei der die Kristalle nicht in den Kernen sich entwickeln, hat Prandtl bewiesen, daß als Baumaterial in diesem Falle die Chromidien dienen.

Die große Verbreitung in den verschiedensten Tier- und Pflanzen-

gruppen zwingt uns, dieser Erscheinung eine allgemeine Bedeutung zuzuschreiben. Die Tatsache, daß die Kristalle in nicht normal funktionierenden Zellen sich finden, wie das bei *Amoeba proteus* oder in den absterbenden Pigmentzellen der Echiniden der Fall ist, spricht, im Zusammenhang mit ihrem Auftreten in den zugrundegehenden *Trachelocerca*-Kulturen, dafür, daß wir hier eine Degenerationserscheinung vor uns haben; R. Hertwig hat diesen Modus der Degeneration schon früher unter dem Namen „hypochromatische Kerndegeneration“ für die Geschwulstzellen aufgestellt, und Prandtl hat den Namen auch für *Amoeba proteus* angenommen.

Sehr auffallend ist die Tatsache, daß die Prozesse der physiologischen Degeneration, die einerseits zur Bildung der Geschlechtskerne führen, andererseits ihren Ausdruck in der Bildung von Kristallen finden, auch bei einkernigen Formen (A) vorkommen können.

Auch hier findet man zuweilen ganz ähnliche Bilder der Chromatinausscheidung, wie sie früher für die Form „B“ beschrieben wurden. Taf. VII Fig. 33 zeigt einen solchen Kern, an dem der Vorgang, vielleicht noch klarer als bei „B“-Formen, vor sich geht. Taf. VII Fig. 34 stellt folgendes Stadium dar. Der Prozeß ist schon beinahe beendigt und bereits eine Menge chromatischer Klümpchen vorhanden, die wahrscheinlich zusammenfließen werden, um die in Taf. VII Fig. 35 u. 36 schon fertigen Geschlechtskerne zu bilden. An Fig. 34 sieht man, daß die Körner, aus welchen das Chromatin verschwunden ist, beinahe überall zusammengeflossen sind und ein ganz blasses, großes Gebilde darstellen, das auffallend an die ersten Stadien der Kristallentwicklung erinnert; an einer Stelle findet man sogar einen fertigen Kristall.

Die fertigen Geschlechtselemente liegen gewöhnlich in nicht großer Zahl im Innern des morulaartigen Kernes. Ihr Aussehen ist in keiner Beziehung von dem der Geschlechtskerne der „B“-Tiere abweichend.

Ich habe schon früher ausgesprochen, daß ich kein reiches Material an lebenden, einkernigen Tieren besaß, und deswegen konnte ich natürlich das weitere Schicksal der mit Micronucleen versehenen einkernigen Tiere nicht verfolgen. Doch, wegen der völligen Übereinstimmung in dem Aussehen und der Entwicklung der Befruchtungskerne bei „A“- und „B“-Tieren, scheint es mir ganz wahrscheinlich, daß solche Tiere auch conjugieren müssen. Es kann, wie oben schon erwähnt, absolut keine Grenze zwischen den Formen „A“ und „B“ gezogen werden; die letztere Tatsache spricht noch mehr dafür.

So sehr die beiden ersten *Trachelocerca*-Formen gleichartig erscheinen, so wenig Gemeinsames mit ihnen hat die dritte, die „C“-Form.

Das Ineinanderübergehen „A“- und „B“-Formen in „C“ direkt festzustellen gelang mir nicht, aber das plötzliche Auftreten dieser einkernigen Tiere in den „C“-Kulturen und nicht minder die merkwürdigen Kerne in den „B“-Tieren nach der Conjugation (Taf. VIII Fig. 50) machen einen genetischen Zusammenhang sehr wahrscheinlich.

Ich habe genug Material von diesem Stadium gehabt, doch konnte ich wegen Zeitmangels mich nicht lange mit dieser Form beschäftigen, deswegen beschränke ich mich im folgenden auf die hauptsächlichsten Lebensvorgänge der „C“-Formen.

Die Tiere habe ich Mitte Dezember 1906 in einem Glas, das Seewasser mit Foraminiferen aus Rovigno enthielt, gefunden. Aber die Kultur befand sich in einem recht schlechten Zustand, das unbenützte Glas hatte lange Zeit ohne Pflege gestanden, der Salzgehalt war gestiegen und lebende Organismen waren nur spärlich vorhanden. In einer von zahlreichen Proben gelang es mir aber doch, ein Exemplar von *Trachelocerca* zu finden.

Eine vorsichtige Verdünnung und Durchlüftung des Wassers hatte zur Folge, daß Ende Dezember das Leben in meinem Aquarium aufblühte. Eine Menge von Foraminiferen, Algen, Infusorien usw. erschien. Auch Trachelocercen konnte ich jetzt ohne Mühe herausfischen. Später wurde diese Stammkultur in verschiedene Gläser zerteilt, und auf solche Weise habe ich bis April ununterbrochen eine Menge von Tieren gehabt. Besonders gut vermehrten sie sich in leicht faulendem Wasser.

Gerade bei diesen Tieren gelang es mir auch Uhrschalenkulturen zu führen. Ich konnte von einem Tier 150—200 Nachkommen züchten, doch alle diese Kulturen starben später aus. Ende April hatten alle Stammkulturen dieses Schicksal erlitten.

In freischwimmendem Zustand unterscheiden sich die „C“-Formen kaum von kleinen einkernigen Tieren. Aber die fixierten Tiere zeigen schon beim ersten Anblick ein ganz anderes Aussehen (Taf. VII Fig. 4).

Die Form des Leibes bleibt immer cylindrisch; sie nimmt nie eine ovale oder bandförmige Gestalt an. Am vorderen Ende findet sich ein in dem Bau den B-Formen ähnlicher Mundapparat, aber nicht selten kann man vom Mund nach rückwärts laufende, faden-

förmige Gebilde beobachten, die wahrscheinlich den Stäbchen des *Dileptus* analog sind.

Im Gegensatz zu den „A"- und „B"-Tieren ist das hintere Ende stets abgerundet und immer mit einer Vacuole versehen (Kontraktionsrhythmus 30—40 Min.). Von den Myofibrillen habe ich schon gesagt, daß sie nicht so stark entwickelt sind wie bei den anderen Formen, aber völlig gleichmäßig auf der ganzen Oberfläche sich verteilen.

Die Tiere sind nicht so empfindlich, und bei der Kontraktion kommt es zu keiner Biegung des Leibes.

Die Größe zeigt nicht solche Schwankungen, wie bei „A"- und „B"-Tieren; anfangs betrug sie in der Kultur im Durchschnitt 350—400 μ, später sank sie auf 300—200 μ herab.

Es gibt also einige morphologische Merkmale, die ziemlich scharf die „C"-Stadien von den anderen trennen. Aber noch viel mehr trifft dies bei Kernen und ihrer Verteilung in dem Plasmaleib zu. Aus Taf. VII Fig. 4 sehen wir, daß beinahe die ganze Zelle, mit Ausnahme der Pole, dicht mit kleinen, runden, stark färbbaren Körperchen gefüllt ist.

Bei dieser Form gelang es mir nicht selten, auch den Teilungsvorgang zu verfolgen, der in gleicher Weise wie bei „B"-Tieren vor sich geht. Die Tiere teilen sich in freischwimmendem Zustand durch Querschnürung mit ganz passiver Verteilung der Kerne. Taf. VIII Fig. 52 zeigt ein Tier, bei dem die Kerne in der Mitte schon auseinandergerückt sind und die spätere Durchschnürungsstelle deutlich erkennbar ist. Die Tiere „C" zeigten unter allen von mir untersuchten *Trachelocerca*-Formen die größte Vermehrungsfähigkeit. Ich konnte nämlich feststellen, daß bei Zimmertemperatur ungefähr alle 18—22 Stunden das Tier sich einmal teilt. Die Teilungen bei „B"-Tieren kommen nur alle 3 Tage zustande, und bei „A" scheint dies noch länger zu dauern.

Die Kerne der „C"-Formen haben ein so eigentümliches Aussehen und erinnern so wenig an die Kerne der übrigen Infusorien, daß Gruber sie überhaupt nicht als Kerne im eigentlichen Sinne betrachtete. Sie sind so zahlreich und klein und liegen so dicht nebeneinander, daß die Untersuchung der Totalpräparate über ihr Verhalten sehr wenig Aufschluß gibt. An dünnen Schnitten dagegen kann man feststellen, daß der Bau der Kerne ungemein verschieden sein kann. Trotzdem kann man als Grundform eine kleine, runde oder ovale Blase bezeichnen, die polar differenziert ist, in der an dem einen Pol ein von einem helleren Hof umgebenes Chromatinkorn liegt. Der andere Pol ist gewöhnlich von einer größeren Chromatin-

masse eingenommen (Taf. VIII Fig. 53, 54). Die Fähigkeit der verschiedenen Bestandteile, die Farbe aufzunehmen, kann variieren. Bald ist der kleine gehöfte Chromatinteil stärker gefärbt als der gegenüberliegende Pol, bald umgekehrt.

Ähnliche eigentümliche Kerne haben Léger und Hesse (1905) bei einem myxomycetenartigen Organismus gefunden und haben diese Kerne als „noyaux fongiformes" bezeichnet. Später hat Léger solche Kerne bei einigen Gregarinen vom Genus *Ophryocystis* wieder besprochen. In dieser ausführlichen Arbeit beschreibt er die Teilungen der Kerne, die, seiner Meinung nach, eine besonders primitive Mitosenart darstellen. Er konstatiert auch die Unbeständigkeit der verschiedenen Kernteile während der Ruhe sowohl wie bei der Teilung. Es kommt z. B. vor, daß der runde, mit einem Hof umgebene Chromatinteil, den er Caryosom nennt, während der Teilung sich bald auch teilt, bald aber spurlos verschwindet, um später in den Tochterkernen wieder zu erscheinen. Überhaupt schwankt der Charakter der Teilung sehr; es kommen manchmal sogar Centrosomen mit ihren Strahlungen vor. Mit Ausnahme dieses letzteren Punktes ist alles, was Léger für *Ophryocystis*-Kerne beschreibt, auch für die Kerne von „C"-*Trachelocerca* gültig.

Das sehr verschieden gebaute, ovale oder runde Bläschen (Taf. VIII Fig. 53—54) nimmt zuweilen eine spindelförmige Gestalt an. In diesem spindelförmigen Zustand variiert das Aussehen der Kerne noch mehr. Bald haben sie eine überraschende Ähnlichkeit mit kleinen Spindeln (Taf. VIII Fig. 53, 54, 59), bald besitzen sie eine ziemlich unregelmäßige Gestalt (Taf. VIII Fig. 55, 56, 58). Daß die langgestreckten Kerne Teilungsstadien darstellen, unterliegt keinem Zweifel. Dafür spricht auch der Umstand, daß die runden Kerne sehr oft zu Paaren beieinander liegen (Taf. VIII Fig. 55, 56). Doch wegen der herrschenden Unregelmäßigkeiten des Vorganges scheint es mir, daß hier nicht von mitotischen Teilungen die Rede sein kann.

Anfangs zeigten in dieser Kultur die Tiere meistens gleichartige Kerne von mehr oder weniger runder Form (Taf. VIII Fig. 53). Doch allmählich fand ich Exemplare, in denen Kerne z. B. solche fibrilläre Struktur hatten, wie das Taf. VIII Fig. 55 darstellt. Oder ich bekam Tiere, bei denen die Kerne nur ganz wenig chromatische Substanz in einem oder zwei Punkten gesammelt enthielten (Taf. VIII Fig. 57). Gewöhnlich kann man bei diesen Tieren zwischen den Kernen noch andere färbbare Teile von verschiedener, meistens unregelmäßiger Form finden. Zuweilen macht es den Eindruck, als ob das Chromatin teilweise in das Plasma ausgestoßen worden sei. Allmählich

werden dann Tiere häufig, deren Kerne offenbar Degenerationserscheinungen erlitten haben. So zeigt Taf. VIII Fig. 59 ein Tier, bei dem einige Kerne sich noch ganz normal färben, andere aber ganz blaß bleiben; oder noch besser Taf. VIII Fig. 58, wo beinahe alle Kerne ganz unregelmäßige Form angenommen haben.

Im Zusammenhang mit diesen Degenerationserscheinungen muß ich auf die Tatsache hinweisen, daß in den Kulturen „C" von mir auch die Tiere „A" gefunden wurden. Anfangs konnte ich noch keine „A"-Formen nachweisen, aber im Februar und besonders im März traten die ersten einkernigen Tiere, wenn auch spärlich, auf.

2—3 Wochen später aber, als alle meine „C"-Tiere schon verschwunden waren, fand ich in einem Glas eine große Menge von ganz kleinen Trachelocercen. Es waren das überhaupt die kleinsten von allen, die ich gesehen habe. Ihre Größe betrug 0,1—0,25 mm. Ihr Aussehen stimmte vollständig mit dem der einkernigen Tiere überein, doch in bezug auf ihre Kerne zeigten sie ganz verschiedene Bilder. In Taf. VIII Fig. 60 haben wir ein Tier, das im allgemeinen noch den Charakter der „C"-Formen trägt. Es zeigt den größten Teil von seinen Kernen schon in Degeneration und außerdem noch eine Anzahl gut färbbarer chromatischer Klümpchen im Plasma zerstreut. Fig. 61 und 64 stellen Tiere dar, bei denen noch degenerierende Reste zu sehen sind, der künftige Kern aber schon sich zu organisieren beginnt. An Fig. 63—64 ist nur ein ganz kleiner Teil der chromatischen Elemente erhalten. Sie liegen zu einer lockeren Gruppe vereinigt. An Fig. 65 nehmen sie schon die Gestalt eines einheitlichen Kernes an, und Fig. 66, 67 endlich zeigen uns in den typischen mit Membran versehenen Kernen Stadien, die zu den „A"-Tieren überleiten.

Die Unterschiede zwischen Formen „A" und „B" einerseits und „C" andererseits sind in dem morphologischen Bau und in den Kernverhältnissen so bedeutend, daß, wenn alle Tiere wirklich zu einer Entwicklungsreihe gehören, wir von einem scharf ausgeprägten Dimorphismus sprechen müssen.

Generationswechsel bei Infusorien ist, soviel ich weiß, abgesehen von parasitischen *Opalina*-Arten, wo Neresheimer ihn auch annimmt, eine ganz neue Erscheinung. Dieser Umstand mahnt mich zur Vorsicht in meinen Schlüssen. Und da meine Beobachtungen nicht lückenlos erscheinen, so möchte ich auf Grund derselben das Vorkommen eines Generationswechsels nicht mit voller Bestimmtheit behaupten. Wie dem auch sei, die oben beschriebenen Tatsachen bleiben bestehen und bedürfen auf alle Fälle einer Erklärung. Mir

scheint, daß nur von dem weiter unten erörterten Gesichtspunkt aus sich die Möglichkeit einer Deutung ergibt. Es ist wahr, daß die abweichenden Merkmale der „C"-Formen so bedeutende sind, daß auf den ersten Blick die natürliche Vermutung die ist, es läge eine besondere Art vor, wie Gruber seinerzeit auch gedacht hat. Indessen, wenn das der Fall wäre, wie könnten wir die Anwesenheit der oben beschriebenen, lückenlos die „C"- und „A"-Formen verbindenden Übergänge in den Kernformen verstehen? Auch die Tatsache, daß ich in meinen „C"-Kulturen, wo man während drei Monaten keine einkernigen Tiere nachweisen konnte, zum Schluß typische „A"-Tiere gefunden habe, spricht zugunsten eines genetischen Zusammenhanges beider Formen. Große Schwierigkeiten die Sache so aufzufassen, bieten uns nur die ganz merkwürdigen Prozesse der Kernresorption im „C"-Stadium und die Umwandlung der „C" in das Stadium „A". Es macht nämlich den Eindruck, als ob die aus Conjugation hervorgegangenen Tiere einige Zeit noch unverändert existierten und dann in ihren Kernen Veränderungen durchmachten, die sie wiederum zu einer geschlechtlichen Fortpflanzung vorbereiten.

Diese Schwierigkeiten werden durch eine Hypothese beseitigt, welche die Kernresorptionserscheinungen ganz verständlich, alle Vorgänge mit der niedrigen Organisation unseres Infusors in Einklang stehend und unseren Kenntnissen über Infusorien im allgemeinen nicht widersprechend erscheinen läßt.

Die Micronucleen bei *Trachelocerca* bilden sich, wie wir gesehen haben, in sehr großer Menge, aber nur einer von diesen führt den Befruchtungsvorgang durch.

Das gibt uns den ersten Anhaltspunkt.

Die Tatsache, daß die Infusorien zur Zeit der Conjugation oft viele, zuweilen sehr viele Micronuclei besitzen, ist bekannt. Diese Erscheinung hat seinerzeit Lühe, Goldschmidt und Popoff Veranlassung gegeben, die ganz berechtigte Meinung zu äußern, daß die Micronucleenbildung der Infusorien mit der Gametenbildung der anderen Protozoen vergleichbar ist. Nach dieser Meinung sind die Micronucleen ganz mit den Gametenkernen, z. B. der Rhizopoden, identisch. Der Unterschied besteht nur darin, daß der nach der Ausbildung der Gametenkerne bei den anderen Protozoen erfolgende Zerfall des Zelleibes in viele Fortpflanzungskörper bei den Infusorien nicht zustande kommt. Es ist sogar nicht schwer sich vorzustellen, was für ein Faktor hier möglicherweise den Ausschlag gegeben hat.

Die Schwärmer der Rhizopoden zeigen eine im Vergleich zu den Amöben sehr bedeutende Fähigkeit der Verbreitung im Raum.

Bei Infusorien ist das nicht nötig, denn die Zelle selbst besitzt die Fähigkeit der Fortbewegung in noch höherem Maße als die Flagellaten. Außerdem ist das Tier so hoch differenziert, daß der Ersatz einer sehr kompliziert gebauten Zelle durch viele kleine Flagellaten keinen Vorteil für die Art mit sich bringen würde. Darum ist es ganz verständlich, daß der bei anderen Protozoen vorhandene Zerfall des Zelleibes vor dem Befruchtungsvorgang bei den Infusorien umgangen wird. Anstatt dessen geht die Mehrzahl der Micronucleen zugrunde, ein Conjugationsvorgang kommt zustande und die alte Zelle existiert mit neuem Kernapparat weiter.

Es ist auch wohl bekannt, daß viele, besonders marine Foraminiferen und andere, einen Generationswechsel und mit ihm verbundenen Dimorphismus zeigen. Wenn wir als Beispiel *Trichosphaerium sieboldi* nehmen, den von Schaudinn so ausführlich bearbeiteten rhizopodenartigen Organismus, so sehen wir folgenden Lebenscyclus: Ein sogenannter Schizont kann sehr lange Zeit selbständig existieren. Er vermehrt sich durch Teilung oder Knospung, früher oder später aber kommt eine Zerfallteilung zustande: Es teilt sich das Tier in der Cyste in so viele Stücke, als Kerne vorhanden sind. Aus jedem dieser kleinen einkernigen Protoplasmastückchen wächst ein Tier heran, das einige von den Schizonten abweichende Merkmale zeigt. Schaudinn nennt es „Sporont“. Durch Kernteilungen werden die Tiere vielkernig und können sich sehr lange Zeit durch Teilung oder Knospenbildung fortpflanzen. Früher oder später aber setzt wieder eine Zerfallteilung ein und es entsteht eine Menge ganz kleiner, einkerniger Tiere. Diese nun aus der Cyste ausschlüpfenden Tierchen sind mit einem Flagellum versehene Gameten; nach kurzer Zeit verschmelzen je zwei, wachsen heran und verwandeln sich in einen vielkernigen Organismus, der in seinem Bau dem Schizonten entspricht. Auf solche Weise wird der Cyclus geschlossen. Bei diesen Vorgängen ist, wie wir sehen, das ausschlaggebende Moment die Zerfallteilung, aus welcher eine andere Generation hervorgeht.

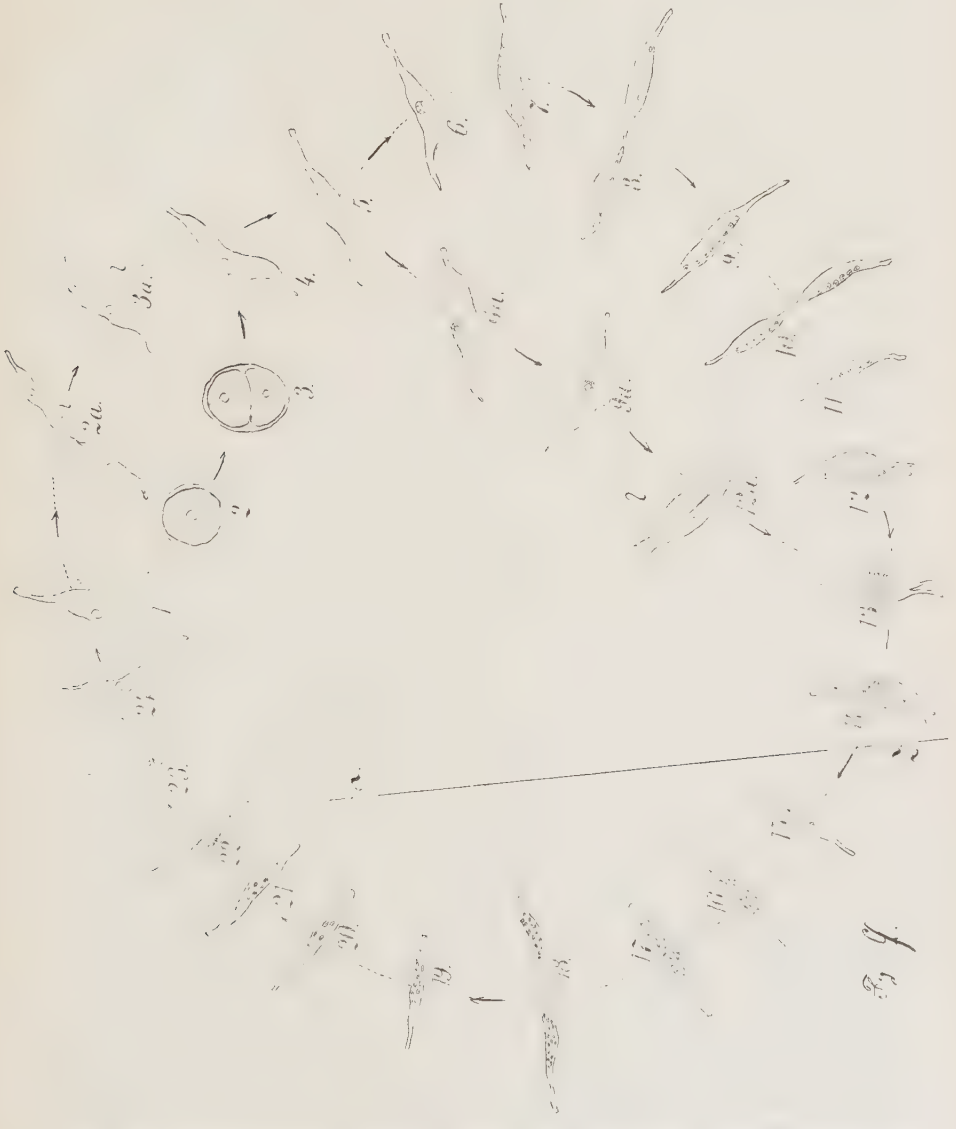
Wenn wir den Lebenscyclus des *Trichosphaerium* für uns als Schema ansehen, indem wir die Lebensvorgänge von *Trachelocerca* mit denjenigen von *Trichosphaerium* vergleichen, so kommen wir zu folgender Darstellung derselben. Ein einkerniges Infusor kann entweder als solches existieren, oder allmählich sich durch Zerfall des Kernes in ein vielkerniges Tier umwandeln. Es ist kein prinzipieller Unterschied zwischen beiden Formen vorhanden; in beiden spielen sich Vorgänge ab, die schließlich die Tiere zum Befruchtungsvorgang

führen. Eine solche Generation, die mit der geschlechtlichen Fortpflanzung endigt, können wir mit der Sporontengeneration von *Trychosphaerium* vergleichen. Wie diese Sporonten, so können die Trachelocercen in diesem Zustand sehr lange Zeit existieren und sich vermehren. Es ist ganz begreiflich, daß die mannigfaltigen Vermehrungsmodi bei *Trichosphaerium* durch die weit fortgeschrittene Differenzierung bei *Trachelocerca* auf eine einfache Querteilung beschränkt werden.

Früher oder später aber gehen diese Formen einem Befruchtungsvorgang entgegen, und es kommt zur Bildung der Geschlechtskerne. Bei *Trichosphaerium* ist, wie wir gesehen haben, dieses Moment durch den Zerfall des Tierleibes charakterisiert (Sporogonie). Bei *Trachelocerca* tritt dies aus den oden beschriebenen Gründen nicht ein. Die Zelle bleibt erhalten, und anstatt ihrer gehen die zahlreich entstandenen Micronuclei mit einer einzigen Ausnahme zugrunde. Die Copulation der *Trichosphaerium*-Gameten wird durch die vorübergehende Verschmelzung der Infusorien ersetzt. Es kommt zu einem Prozeß der Kernverschmelzung, und aus einem einzigen „Syncaryon" entwickeln sich viele Kerne, die sich von denen der ersten Generation unterscheiden. Allmählich nimmt auch der Zelleib ein anderes Aussehen an, und es entsteht auf solche Weise eine andere Generation, die sich mit den Schizonten des *Trichosphaerium* vergleichen läßt. Jetzt können die Tiere sich wieder ernähren, teilen, kurz monatelang ganz selbständig existieren. Schließlich muß aber ein Zeitpunkt erreicht sein, welcher dem der Zerfallteilung (Schizogonie) des *Trichosphaerium*, die bei *Trachelocerca* wieder unterbleibt, entspricht. Die Zelle existiert weiter, die Kerne gehen zum größten Teil, wie die Micronuclei, zugrunde, nur einige von ihnen fließen zusammen. So entstehen die einkernigen Tiere, die wieder die ursprünglichen anatomischen Merkmale besitzen, und nun wieder dem Sporonten des *Trichosphaerium* vergleichbar sind. So ist der Cyclus geschlossen.

In der Textfig. G habe ich den Zeugungskreis von *Trachelocerca* schematisch dargestellt. Einige problematische Stadien, die zu beobachten mir nicht gelungen ist, die ich aber für sehr wahrscheinlich halte, habe ich mit einem Fragezeichen versehen. So z. B. 2a und 3a — die Teilungen der einkernigen Tiere im freien Zustande — oder 12a — die Conjugation der „A"-Tiere. Die Stadien von 1—14 entsprechen den Sporonten des *Trichosphaerium*; von 15 an können wir schon die andere Generation annehmen, deren zweite Grenze aber sich nicht scharf bestimmen läßt. Sie muß irgendwo zwischen 21—23 liegen.

Wie mir scheint, können wir uns mittels dieser Hypothese die sonst ganz unverständlichen Lebensvorgänge von *Trachelocerca* mehr oder weniger erklären. Die Hypothese stimmt auch gut überein



Textfig. G.

mit der herrschenden Ansicht, daß die Infusorien von Rhizopoden abstammen. Ich will nicht ohne weiteres die durch das Studium eines so abweichenden und tiefstehenden Infusors gewonnene Hypo-

these für alle Infusorien verallgemeinern, doch ist es nicht ausgeschlossen, daß bei sorgfältigem und nach neuen Gesichtspunkten ausgeführtem Studium der anderen Infusorien in dieser Hinsicht interessante Ergebnisse zutage gefördert werden könnten.

Die primitive Natur von *Trachelocerca* geht, außer den oben erwähnten Dingen, aus der Kernstruktur und dem Kernteilungsmodus hervor. Am meisten spricht dafür aber die Abwesenheit typischer Micronucleen. Die einkernigen Tiere (A) sind besonders geeignet, diese Abwesenheit der Micronucleen zu konstatieren. Es scheint mir ausgeschlossen zu sein, daß die Micronuclei, besonders bei diesen Formen, übersehen worden sind. Wäre das der Fall, als was sollte man dann das oben beschriebene stark färbbare chromatische Gebilde und seine Entstehung auffassen? Es scheint mir deswegen sicher zu sein, daß in einigen Momenten seines Lebens unser Infusor keine Micronucleen besitzt. Desto interessanter ist es, daß schließlich micronucleiähnliche Gebilde entstehen. Wie im ersten Falle ohne Micronucleen können sich die Tiere auch mit Micronucleen ganz ungestört fortpflanzen. So haben wir ein Tier vor uns, das als Übergang zwischen echten Infusorien und einfacheren Formen, aus denen die Infusorien entstanden sind, betrachtet werden muß. Wie ich glaube, spricht die Art, wie die Geschlechtskerne bei unserem Tier entstehen, sehr für eine innige Verwandtschaft von *Trachelocerca* mit den Rhizopoden, weil die Entwicklung der genannten Kerne überaus viele Parallelen mit der Chromidienbildung bei Rhizopoden zeigt. Deswegen gewinnt *Trachelocerca* eine allgemeine Bedeutung; es zeigt uns, welche Bahn der phylogenetischen Entwicklung die Micronucleen der typischen Infusorien möglicherweise zurückgelegt haben.

Bis in die letzte Zeit war diese Frage beinahe gar nicht berührt. In den Fällen, wo die Micronuclei sich nicht konstatieren ließen, meinte man einfach, daß diese Unauffindbarkeit nur die Folge der ungenügenden Technik sei. Doch schon früher waren Fälle bekannt geworden, wo keine Micronuclei vorhanden waren, z. B. *Opalina*-Arten. Neresheimer hat in neuester Zeit in seiner Arbeit darüber ganz ausführliche Aufschlüsse gebracht. Die Bildung der Geschlechtskerne geht bei diesem Tiere vollständig nach dem Rhizopodenschema vor sich. Infolgedessen meint der Verfasser, daß *Opalina* kein echtes Ciliat, sondern ein plasmodromenartiger Organismus sein müsse.

In allerjüngster Zeit hat derselbe Autor gezeigt, daß auch bei einem Infusor — *Ichthyopthirius multifiliis* — aus der Familie der

Holophryinen die Micronuclei nicht immer vorhanden sind. Die erwachsenen, auf der Haut von verschiedenen Fischen schmarotzenden Tiere zeigen keinen Micronucleus, nur wenn das Infusor in der Cyste durch viele aufeinanderfolgende Teilungen sich fortpflanzt, tritt in einem bestimmten Moment aus den Macronucleen der schon ziemlich kleinen Tiere ganz plötzlich ein chromatisches Stück heraus, das einen Micronucleus darstellt. Jetzt teilen sich die kleinen *Ichthyopthirius* weiter und machen schließlich eine Autogamie durch.

In sehr vielen Einzelheiten stellt sich *Ichthyopthirius* als ein typischer Infusor dar, und es ist schwer, die plötzliche Entstehung der Micronucleen bei ihm von Chromidienbildung, wie bei *Opalina*, abzuleiten. Stellen wir aber *Trachelocerca* mit ihrer eigentümlichen Micronucleenbildung dazwischen, so ist die Kluft überbrückt; denn was bei *Ichthyopthirius* so plötzlich und unklar vor sich geht, können wir bei *Trachelocerca* schrittweise verfolgen.

Trachelocerca ist auch darum in dieser Frage wichtig, weil man einwenden könnte, die Erscheinungen bei *Opalina* möchten in irgendeiner Abhängigkeit vom Parasitismus stehen. Für *Trachelocerca* ist diese Möglichkeit ausgeschlossen. Deshalb habe ich auch absichtlich von *Opalina* als Vergleichsobjekt abgesehen, obwohl Neresheimer hier auch eine Art Dimorphismus beschreibt, der seiner Meinung nach das Tier zu den Plasmodromen stellt. Nachdem wir nun im Lebenscyclus von *Trachelocerca* analoge Vorgänge kennen gelernt haben, glaube ich nicht, daß wir auf Grund des Dimorphismus einen mit Cilien versehenen Organismus von den Ciliaten trennen dürfen.

Was die systematische Stellung des Tieres anbetrifft, so ist es beim Mangel unserer Kenntnisse über die Lebensgeschichte der meisten Infusorien schwer, etwas Definitives zu sagen. Unsere gegenwärtige Klassifikation beruht beinahe ausschließlich auf den anatomischen Merkmalen. Auf Grund des nicht richtig dargestellten Mundapparates wurde *Trachelocerca* von Entz in die Enchelides-Familie gestellt. Ich glaube jedoch, daß *Trachelocerca* mit dieser Familie nicht viel Verwandtschaft zeigt. Doch gibt es tatsächlich Tiere, die mit unseren viel Übereinstimmendes haben. Dazu gehören die sogenannten „vielkernigen“ Infusorien.

Jedoch muß man unter diesen Gruppen unterscheiden, die nicht verwandt sind. Merkwürdigerweise treten Repräsentanten gleicher Familien im Süßwasser mit einem oder wenigen Kernen auf, im Meereswasser dagegen als vielkernige Tiere. Z. B. vielkernig sind die marinen Infusorien *Holophrya oblonga*, *Oxytricha flava* u. a., denen ein- oder zweikernige Arten im Süßwasser entsprechen. Die Viel-

kernigkeit solcher Formen steht sicher in direktem Zusammenhang mit dem Leben im Meer. Als Charakteristikum für solche Tiere sehe ich das Zusammenfließen aller Kernpartikelchen bei der Teilung in eine Masse an.

Es gibt aber noch vielkernige Infusorien, bei denen während der Teilung die Kerne nicht zusammenfließen, sondern passiv auf die Tochtertiere verteilt werden. Zu diesen gehören, wie im Meerwasser *Choenia*, *Uroleptus*, *Epiclinites*, so im Süßwasser eine andere Art von *Choenia*, *Loxodes*, *Dileptus*.

Spärlichen Detailzeichnungen aus Gruber's Arbeiten zufolge kann man annehmen, daß bei *Uroleptus* die Kerne sehr ähnlich denen von *Trachelocerca* in Stadium „C" sind (Gruber 1888, Taf. VI Fig. 7). Eine überraschende Ähnlichkeit der Kerne konnte ich aber konstatieren auf von mir selbst gefertigten Präparaten von *Dileptus gigas*. Diese Ähnlichkeit berührt aber nicht nur die Kerne. Auch die äußere Erscheinung der Tiere kann täuschend ähnlich sein (*Dileptus*, *Trachelocerca* Stadium „B"). Dazu kommt noch, wie ich schon gezeigt habe, eine große Übereinstimmung im Bau des Mundapparates. Für *Trachelocerca* wie *Loxodes* (weniger für *Dileptus* sind auch die auffallenden Schwankungen in der Größe der Individuen charakteristisch. Die Kerne von *Loxodes* können ferner mit einigen von *Trachelocerca* in Stadium „C" verglichen werden.

Die Frage nach den Micronuclei bei diesen Formen ist noch gar nicht entschieden. Ob die bei *Loxodes* so oft neben den Kernen vorhandenen kleinen Chromatinstückchen die Micronuclei sind, und ob sie durch ein Austreten aus den großen Kernen entstehen, wie das Joseph abbildet, bedarf noch der Nachprüfung. Ebenso unklar ist die Micronucleenfrage bei *Dileptus*: bleiben sie stets erhalten, oder sind sie nur vorübergehend vorhanden? — Das alles sind Fragen, die eines sorgfältigen Studiums bedürfen. Doch scheint mir sicher, daß alle diese Infusorien eine natürliche Gruppe bilden, die in einigen Vertretern (*Trachelocerca*, *Dileptus*) eine auffallend hohe morphologische Differenzierung erreicht hat, so daß wir in ihr einen schon früh abgezweigten und teilweise sehr hoch entwickelten Ast des Infusorienstammes sehen müssen.

München.

Literaturverzeichnis.

1856 Auerbach: Über Einzelligkeit der Amöben. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. VII p. 363—427.

1889 Bütschli: Bronn's Klassen und Ordnungen des Tierreichs. Protozoen. Bd. III.

1866 Cohn, F.: Neue Infusorien im Seeaquarium. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XVI p. 253—302.

1841 Dujardin, F.: Histoire natur. des Zoophytes infusoires, Paris. I.

1840 Ehrenberg: Diagnose von 274 neuen Infusorien. Monatsb. d. kgl. preuß. Akad. d. Wiss. zu Berlin.

1884 Entz, G.: Über die Infusorien des Golfes von Neapel. Mitteil. d. Zool. Station Neapel Bd. V p. 289—444.

1904 Goldschmidt, R.: Die Chromidien der Protozoen. Arch. f. Protistenk. Bd. V.

1904a —: Der Chromidialapparat lebhaft funktionierender Gewebszellen.

1907 —: Lebensgeschichte der Mastigamöben Mastigella vitrea und Mastigina setosa. Arch. f. Protistenk. 1907 Suppl. I.

1884 Gruber, A.: Über Kern und Kernteilung bei den Protozoen. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XL p. 121—153.

1884a —: Die Protozoen des Hafens von Genua. Nova Act. Acad Caes. Leop. Car. Nabur. Cur. Vol. XLVI p. 67.

1887 —: Weitere Beobachtungen an vielkernigen Infusorien. Ber. d. naturf. Gesellschaft zu Freiburg Bd. III p. 57—70.

1903 Hamburger, C.: Beiträge zur Kenntnis von Trachelius ovum. Arch. f. Protistenk. Bd. II.

1898 Hertwig, R.: Über Kernteilung, Richtungskörperbildung und Befruchtung von Actinosphaerium eichhorni. Abh. bayr. Akad. Wiss. V. 19.

1902—03 —: Über Wechselverhältnis von Kern und Protoplasma. Sitz.-Ber. d. Ges. f. Morph. u. Phys. München 1. Nov. 1902 und 19. Mai 1903.

1904 —: Über physiologische Degeneration bei Actinosphaerium eichhorni. Festschr. f. Haeckel (G. Fischer).

1907 Joseph, H.: Beobachtungen über die Kernverhältnisse von Loxodes rostrum M. Arch. f. Protistenk. Bd. VIII p. 344—369.

1880—82 Kent, S.: A manual of the Infusoria, London.

1907 Léger, L.: Les Schizogrégarines des Trachéates. Arch. f. Protistenk. Bd. VIII p. 159—202.

1897 List, Th.: Über die Entwicklung von Proteinkrystalloiden in den Kernen der Wanderzellen bei Echiniden. Anat. Anz. Bd. XIV.

1786 Müller, O. F.: Animalc. Infusoria fluviat. et marina etc. Hafniae et Lepsiae.

1889 Maupas, E.: Le rajeunissement karyogamique chez les Ciliés. Arch. Zool. Expér. P. 7.

1902 Neresheimer, E.: Über die Höhe histologischer Differenzierung bei heterotrichen Ciliaten. Arch. f. Protistenk. Bd. II.

1905 —: Über vegetative Kernveränderungen bei Amoeba dofleini. Arch. f. Protistenk. Bd. VI.

1907 —: Die Fortpflanzung der Opalinen. Arch. f. Protistenk. 1907 Suppl. I.

1908 —: Der Zeugungskreis des Ichthyophthirius. Bericht kgl. bayr. biol. Versuchsstat. München Bd. I.

1907 Popoff, M.: Depression der Protozoenzelle und der Geschlechtszellen der Metazoen. Arch. f. Protistenk. 1907 Suppl. I.
1908 —: Die Gametenbildung und die Conjugation von Carchesium polypinum. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. LXXXIX Heft 3.
1906 Prandtl, H.: Die Conjugation von Didinium nasutum. Arch. f. Protistenk. Bd. VII.
1907 —: Die physiologische Degeneration der Amoeba proteus. Ebenda Bd. VIII.
1898 Prowazek, S.: Protozoenstudien. Bursaria truncatella und ihre Conjugation. Arb. zool. Inst. Wien Bd. XI.
1867 Quennerstedt, A.: Bidrag til sweriges Infusorienfauna. Acta universitat. Indensis. Bd. IV.
1896 Reinke, F.: Beiträge zur Hystologie der Menschen. Arch. f. mikr. Anat. 1896.
1899 Schaudinn, F.: Untersuchungen über den Generationswechsel von Trichosphaerium sieboldi. Anhang z. d. Abh. d. kgl. preuß. Akad. Wiss. Berlin.
1896 Schewiakoff, B.: Infusoria Aspirotricha (russisch). Mémoir. de l'Acad. des Sciences de Pétersbourg Bd. IV, VIII.
1906 Schröder, O.: Beitrag zur Kenntnis von Stentor coeruleus und St. roeselii. Arch. f. Protistenk. Bd. VIII.
1859 Stein, Fr.: Der Organismus der Infusionstiere. Leipzig 1859.
1906 Versluys: Über die Conjugation der Infusorien. Biol. Centralbl. Bd. XXVI.
1896 Zimmermann, A.: Morphologie und Physiologie des pflanzlichen Kernes. Jena.

Lebenslauf.

Ich bin am 9. Juni 1882 a. K. zu Twer (Rußland) geboren. Im Jahre 1893 trat ich in das humanistische Gymnasium in Twer ein.

Nach Absolvierung der acht Klassen des Gymnasiums begab ich mich auf die Kaiserliche Universität zu Moskau, wo ich in der physikalisch-mathematischen Fakultät als Angehöriger der naturwissenschaftlichen Abteilung sechs Semester lang studierte.

Im Jahre 1906 wurde ich an der Königl. Ludwig-Maximilians-Universität zu München als Student immatrikuliert, wo ich vier weitere Semester verbrachte. Dort besuchte ich die Vorlesungen und die Praktica der Herren Geheimrat Professor Dr. R. Hertwig, Geheimrat Professor Dr. Göbel, Geheimrat Professor Dr. Rothpletz und der Herren Privatdozenten Goldschmidt und Broili.

Lippert & Co. (G. Pätz'sche Buchdr.), Naumburg a/S.

Lippert & Co. (G. Pätz'sche Buchdr.), Naumburg a/S.